



**Tielaitos**

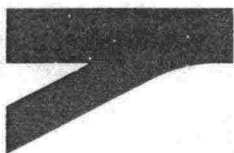
# **Moottoriliikennetien liikennevirran ominaisuudet**

**Tielaitoksen  
selvityksiä**

**12/1992**

Helsinki 1992

**Tiehallitus  
Kehittämiskeskus**



29.5.1992

Skk-120/46/21/91

Jakelussa mainitut

## MOOTTORILIIKENNETIEN LIIKENNEVIRRRAN OMINAISUUDET

Tiehallituksen kehittämiskeskus lähettää oheisena tiedoksenne asiakohdassa mainitun selvityksen. Julkaisu on tilattavissa numerolla TIEL 3200068 tiehallituksen painotuotevarastosta, osoitteesta: TIEH/Painotuotevarasto, PL 33, 00521 HELSINKI, puh. 90-154 2052.

Raportti on osa laajempaa, eri tietyyppien liikenneolosuhteita selvittävää tutkimusta. Raportti sisältää perustietoa moottoriliikenneteiden liikenteestä. Varsinaiset vertailut, analyysit ja johtopäätökset moottoriliikenneteiden ja muiden tietyyppien liikenteestä raportoidaan myöhemmin.

Apulaisjohtaja  
Kehittämiskeskus

*Pauli Velhonoja*  
Pauli Velhonoja

LIITTEENÄ

TIEL 3200068

TIEDOKSI

Tiepiirit  
Ylijohtaja

S

Sts

Stk

Skk

LM

YM

Helsingin teknillinen korkeakoulu/Liikennelaboratorio

Helsingin yliopisto/Psykologian laitos

VTT/Tie-, geo- ja liikennelaboratorio

Liikkuva poliisi

Tiekonsultit erillisen luettelon mukaan

Tenho Aarnikko



Tielaitoksen selvityksiä  
12/1992

Åsa Enberg

## **Moottoriliikennetien liikennevirran ominaisuudet**

**Tielaitos**  
Tiehallitus, kehittämiskeskus

Helsinki 1992

ISBN 951-47-5813-7  
ISSN 0788-3722  
TIEL 3200068  
Valtion painatuskeskus  
Pasilan VALTIMO  
Helsinki 1992

Julkaisua myy  
Tiehallitus, painotuotevarasto

**Tielaitos**  
Tiehallitus  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI

**Pursula, Matti ja Enberg, Åsa: Moottoriliikennetien liikennevirran ominaisuudet.**  
Helsinki 1992, Tiehallitus, kehittämiskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 12/1992, 85 s. + liitteitä  
81 s., ISBN 951-47-5813-7, ISSN 0788-3722, TIEL 3200068.

**Asiasanat:** liikennevirta, välityskyky, palvelutaso, nopeus, ohittaminen, jonoutuminen

## TIIVISTELMÄ

Työn tarkoituksena oli selvittää moottoriliikenneteiden liikennevirran perusominaisuuksia. Tässä raportissa on esitetty tehdyt mittaukset ja kerätyn aineiston kuvaus sekä joukko yksinkertaisia perusanalyysijä.

Pääasiallisena tutkimusmenetelmänä käytettiin pistekohtaisia liikenneanalyysointimittauksia. Pitkien tiejaksojen liikennevirran tarkastelua varten mittausmenetelmänä käytettiin rekisteritunnustutkimuksia videokameralla. Liikenneanalyysointimittaukset tehtiin vt 4:llä ja vt 5:llä arkipäivä- ja viikonloppuliikenteessä elo-syyskuussa 1990. Rekisteritunnustutkimus tehtiin kesäkuussa 1990 vt 4:llä.

Aineiston käsittelyssä jonokriteerinä käytettiin viiden sekunnin aikaväliä. Aineistot käsiteltiin yleensä 15 min aikajaksoissa.

Arkipäiväliikenteessä ajosuunnan liikennemäärä vaihteli 200–400 ajon/h ja koko ajoradan 400–800 ajon/h. Perjantai liikenteessä liikennemäärä vt 4:llä maalle päin vaihteli 1300–1600 ajon/h ja koko ajoradalla 1700–2200 ajon/h. Sunnuntai liikenteessä liikennemäärä Helsinkiin päin vaihteli 1100–1500 ajon/h ja koko ajoradalla 1500–2000 ajon/h. Vt 5:llä liikennemäärät olivat selvästi pienempiä kuin vt 4:llä. Arkipäiväliikenne jakautui melko tasaisesti suunnille mutta viikonloppuisin pääsuuntaan kulki 70–80 % liikenteestä. Arkisin raskaiden ajoneuvojen osuus oli noin 10–17 % ja viikonloppuisin 4–7 %.

Ajosuunnan keskinopeus laski 0,8–7,8 km/h ja koko ajoradan keskinopeus 0,7–8,8 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Ajosuunnan vapaan nopeuden vaihtelu oli 93,9–99,2 km/h ja koko ajoradan vaihtelu 97,3–104,8 km/h.

Suurin osa ajoneuvoista ei tehnyt ainuttakaan ohitusta tutkituilla tiejaksoilla (10,6 km ja 16,3 km). Noin 35–50 % ajoneuvoista ohitti 1–3 ajoneuvoa ja enemmän kuin 3 ajoneuvoa ohitettiin hyvin harvoin.

Aikavälijakaumien tiheyskäyrän huippu oli yleensä 1–2 s välillä. Huipun korkeus oli 20–30 % ja se kasvoi liikennemäärän mukana, mutta erot olivat pieniä.

Ajosuunnan liikennemäärällä 300 ajon/h jonoprosentti oli 40–65, liikennemäärällä 500 ajon/h 55–70, liikennemäärällä 1000 ajon/h 80–90 ja liikennemäärällä 1500 ajon/h yli 90. Jonojen keskipituus oli yleensä alle 15 ajoneuvoa. Ajosuunnan liikennemäärällä 300 ajon/h jonojen keskipituus oli 1,5–3,5, liikennemäärällä 500 ajon/h 2,5–4,5, liikennemäärällä 1000 ajon/h 5,5–8,5 ja liikennemäärällä 1500 ajon/h 11,5–19 ajoneuvoa.

Raskaiden ajoneuvojen osuus jonojen johtajista oli selvästi suurempi kuin niiden osuus kaikista ajoneuvoista. Noin 36 % kaikista raskaista ajoneuvoista oli jonon johtajia.

Mitatut jonoprosentit olivat tietyllä liikennemäärällä selvästi suurempia kuin HCM:n mukaiset arvot vastaavissa tie- ja liikenneolosuhteissa.

## SAMMANDRAG

Avsikten med undersökningen var att utreda grundegenskaperna hos trafikflödet på motortrafikvägar. Föreliggande rapport innehåller en beskrivning av mätningarna och materialet samt en del enkla grundanalyser.

Den huvudsakliga undersökningsmetoden var punktmätningar med trafikanalysator. För att få information om trafikflödet på längre vägsträckor gjordes också registernummerundersökningar med hjälp av videokameror. Mätningarna med trafikanalysator utfördes i augusti och september 1990 på ett par huvudvägar i södra Finland. Registernummerundersökningen utfördes i juni 1990. Mätmaterialet innehåller data från både vanlig dags- och livlig veckoslutstrafik.

Vid behandlingen av materialet användes fem sekunders tidsavstånd som kökriterium. Materialet behandlades i allmänhet i 15 min tidsintervall.

I dagstrafik varierade trafikflödet i en körriktning mellan 200 och 400 fordon/h. För hela körbanan var variationen 400–800 fordon/h. I fredagstrafik var flödesvariationen i huvudkörriktningen 1300–1600 fordon/h och för hela körbanan 1700–2200 fordon/h. I söndagstrafik var motsvarande siffror 1100–1500 fordon/h i huvudkörriktningen och 1500–2000 fordon/h för hela körbanan. Riktning fördelningen var ungefär 50/50 i dagstrafik men under veckosluten upptog ca 70–80 % av trafiken huvudkörriktningen. Andelen tunga fordon var ca 10–17 % i dagstrafik och 4–7 % under veckosluten.

Medelhastigheten i en körriktning minskade 0,8–7,8 km/h och för hela körbanan 0,7–8,8 km/h, då trafikflödet ökade med 1000 fordon/h. Variationen för den fria hastigheten i en körriktning var 93,9–99,2 km/h och för hela körbanan 97,3–104,8 km/h.

De flesta fordonen gjorde inga omkörningar på de undersökta vägsträckorna, som var 10,6 och 16,3 km långa. Ungefär 35–50 % av fordonen körde om 1–3 fordon och flera än 3 fordon omkördes ytterst sällan.

Maximivärdet för tidsavståndsfördelningens frekvenskurva fanns vanligtvis mellan en och två sekunder. Maximivärdet var 20–30 % och det ökade med flödet, även om skillnaderna var små.

Vid trafikflödet 300 fordon/h i en körriktning var köandelarna 40–65, vid trafikflödet 500 fordon/h 55–70, vid trafikflödet 1000 fordon/h 80–90 och vid trafikflödet 1500 fordon/h över 90 %. Kölängderna var i medeltal mindre än 15 fordon. Vid trafikflödet 300 fordon/h i en körriktning var köernas medellängd 1,5–3,5 fordon, vid trafikflödet 500 fordon/h 2,5–4,5 fordon, vid trafikflödet 1000 fordon/h 5,5–8,5 fordon och vid trafikflödet 1500 fordon/h 11,5–19 fordon.

De tunga fordonens andel av köledarna var betydligt större än deras andel av den totala trafiken. Ungefär 36 % av alla tunga fordon var köledare.

De köandelar som uppmättes var vid ett visst flöde klart större än vad HCM skulle ha förutsatt i samma väg- och trafikförhållanden.



## ABSTRACT

The purpose of the study was to analyze some of the basic characteristics of the traffic flow on high-class two-lane rural roads in Finland. The report presents a review of the measurements and the data collected as well as some basic analyses of the collected data.

The data was collected in 1990 at four different locations on trunk roads in Southern Finland using a traffic analyzer with double induction loops. Furthermore, some travel time and overtaking studies were done with the license plate method, using video recording, to get information about longer road sections. The measurements were done in ordinary daytime traffic and in weekend rush hour traffic.

A five second headway was used as the platoon criterion. The data was usually analyzed in time intervals of 15 minutes.

In daytime traffic the one-way flow rates were 200–400 veh/h and 400–800 veh/h in both directions together. On Fridays the flow rates in the main direction were 1300–1600 veh/h and on Sundays 1100–1500 veh/h. For both directions together the flow rates were 1700–2200 veh/h on Fridays and 1500–2000 veh/h on Sundays. The directional distribution of traffic was about 50/50 on weekdays but during the peak periods the main direction carried about 70–80 % of the traffic. The percentage of heavy vehicles varied between 10 and 17 % in weekday traffic and between 4 and 7 % in weekend traffic.

The space mean speed at different locations decreased by 0.8–7.8 km/h, when the one-way flow increased by 1000 veh/h and by 0.7–8.8 km/h, when the two-way flow increased by 1000 veh/h. The free speed in one-way flow varied between 93.9 and 99.2 km/h and in two-way flow between 97.3 and 104.8 km/h.

Most of the vehicles did not overtake at all on the studied road sections (10.6 km and 16.3 km). About 35–50 % of the vehicles overtook 1–3 other vehicles and more than 3 vehicles were overtaken very seldom.

The mode of the time headway distributions were usually between one and two seconds. The maximum of the distribution curve was 20–30 % and it was higher for high volumes than for low volumes, even though the differences were mostly small.

For a one-way flow of 300 veh/h the platoon percentages were 40–65, for 500 veh/h 55–70, for 1000 veh/h 80–90 and for 1500 veh/h over 90. The average platoon length was usually less than 15 vehicles. For a one-way flow of 300 veh/h the average platoon length was about 1.5–3.5, for 500 veh/h 2.5–4.5, for 1000 veh/h 5.5–8.5 and for 1500 veh/h 11.5–19 vehicles.

The share of heavy platoon leaders was greater than the share of heavy vehicles of the total flow. About 36 % of all heavy vehicles were platoon leaders.

The measured platoon percentages corresponding to a certain flow were considerably higher than the corresponding percent time delays calculated according to the 1985 HCM.



## Alkusanat

Teknillisen Korkeakoulun liikennelaboratorio on tiehallituksen toimeksiannosta selvittänyt moottoriliikenneteiden ja muiden kaksikaistaisten teiden liikennevirran ominaisuuksia 1980-luvun puolivälistä alkaen. Tutkimusten tavoitteena on kerätä perustietoa eri tyyppisten teiden liikenteestä, välityskyvystä ja palvelutasosta. Tielaitos käyttää tutkimustuloksia eri tietyyppien käyttömahdollisuuksien ja palvelutasojen tarkasteluihin.

Tämä moottoriliikennetien liikennevirran perusominaisuudet -raportti on vuonna 1990 tehtyjen mittausten ja tutkimusmenetelmien dokumentti. Liikennevirran teorian ja tutkimuksen johtopäätökset sekä vertailut muihin tietyyppisiin esitetään tutkimuksen seuraavissa raporteissa.

Selvityksen on laatinut dipl.ins. Åsa Enberg apulaisprofessori Matti Pursulan ohjauksessa. Tiehallituksen kehittämiskeskuksen yhdyshenkilönä on ollut dipl.ins. Tenho Aarnikko.

Helsingissä maaliskussa 1992

Tiehallitus  
Kehittämiskeskus

**SISÄLLYSLUETTELO**

TIIVISTELMÄ	3
SAMMANDRAG	4
ABSTRACT	5
ALKUSANAT	7
SISÄLLYSLUETTELO	9
KUVALUETTELO	11
TAULUKKOLUETTELO	13
1 JOHDANTO	15
2 TUTKIMUSMENETELMÄT JA MITTAUSAINEISTO	16
2.1 Tutkimusmenetelmät	16
2.2 Mittausaineisto	16
2.2.1 Liikenneanalyysoimittaukset	16
2.2.2 Rekisteritunnustutkimus	16
3 AINEISTON KÄSITTELYN PERIAATTEET	19
3.1 Peruskäsittely	19
3.1.1 Jonokriteeri ja käytetty aikajakso	19
3.1.2 Peruskäsittelyn tulokset	19
3.2 Analyysit	20
3.2.1 Regressioanalyysit	20
3.2.2 Käytetyt teoreettiset jakaumat	21
3.2.3 Tilastolliset testit	22
4 LIIKENNEMÄÄRÄT JA NOPEUDET	23
4.1 Liikennemäärät ja suuntajakaumat	23
4.2 Liikenteen koostumus	24
4.3 Pistenopeudet	25
4.3.1 Pistenopeuksien aikavaihtelut	25
4.3.2 Pistenopeusjakaumat	26
4.4 Matka-ajat ja -nopeudet	27
4.4.1 Aikavaihtelut ja matkanopeusjakaumat	27
4.4.2 Liikennemäärän vaikutus matkanopeuksiin	28
4.4.3 Ajoneuvotyyppien matkanopeuserot	29
4.4.4 Mittausväliillä pysähtyneet ajoneuvot	29
5 LIIKENNEVIRRAN PERUSYHTÄLÖN KUVAAJAT	30
5.1 Nopeus ja tiheys	30
5.2 Nopeus ja liikennemäärä	32
5.2.1 Keskinopeus ja liikennemäärä	32
5.2.2 Nopeuden keskihajonta ja liikennemäärä	35
5.2.3 Prosenttinopeudet (15 ja 85 %) ja liikennemäärä	38
5.2.4 Vertailu vuoden 1985 HCM:n käyrään	42
5.3 Liikennemäärä ja tiheys	43

6	OHITUKSET	44
6.1	Ohitusten määrä ja jakaumat	44
6.2	Ohitustiheys ja liikennemäärä	44
6.3	Ohitettavien ja ohittavien ajoneuvotyypit	46
7	AIKAVÄLIT	48
7.1	Bruttoaikavälijakaumat	48
7.2	Aikavälit ja nopeudet	49
7.3	Vaarallisen lyhyet aikavälit	49
8	JONONMUODOSTUS	52
8.1	Vapaiden ja jonossa ajavien ajoneuvojen nopeudet	52
8.1.1	Nopeusjakaumat	52
8.1.2	Nopeuserot	53
8.1.3	Nopeuden keskihajonnan erot	56
8.2	Jonoprosentti	57
8.2.1	Jonoprosentin aikavaihtelut	57
8.2.2	Liikennemäärän vaikutus	58
8.3	Jonon pituus	64
8.3.1	Liikennemäärän vaikutus	64
8.3.2	Jonojen pituusjakaumat	69
8.4	Jonon pituus ja jonoprosentti	70
8.5	Jonon nopeus ja jonon pituus	74
8.6	Jonon johtajan ajoneuvotyyppi ja jonojen ajoneuvokoostumus	76
9	PALVELUTASO	77
9.1	Vuoden 1985 HCM:n mukaiset palvelutasoarvot	77
9.2	Havaittujen ja laskettujen arvojen vertailu	77
10	YHTEENVETO	80
11	KIRJALLISUUSLUETTELO	85
12	LIITTEET	86

**KUVALUETTELO**

- |      |     |  |
|------|-----|--|
| Kuva | 1.  | Mittauspisteiden sijainti.   |
| Kuva | 2.  | Matkanopeuden riippuvaisuus ajosuunnan liikennemäärästä, rekisteritunnusaineisto.  |
| Kuva | 3.  | Matkanopeuden keskihajonnan riippuvaisuus ajosuunnan liikennemäärästä, rekisteritunnusaineisto.                                      |
| Kuva | 4.  | Matkajakauman keskinopeus liikennetiheyden funktiona eri mittauspisteissä, analysaattoriaineisto.                                    |
| Kuva | 5.  | Matkajakauman keskinopeus liikennetiheyden funktiona, koko analysaattoriaineisto.  |
| Kuva | 6.  | Matkajakauman keskinopeus liikennemäärän funktiona eri mittauspisteissä, analysaattoriaineisto.                                      |
| Kuva | 7.  | Matkajakauman keskinopeus liikennemäärän funktiona, koko analysaattoriaineisto.  |
| Kuva | 8.  | Nopeusjakauman keskihajonta liikennemäärän funktiona eri mittauspisteissä, analysaattoriaineisto.                                    |
| Kuva | 9.  | Nopeusjakauman keskihajonta liikennemäärän funktiona, koko analysaattoriaineisto.  |
| Kuva | 10. | Aikajakauman keskinopeus sekä 15 ja 85 %:n nopeudet liikennemäärän funktiona eri mittauspisteissä, analysaattoriaineisto.            |
| Kuva | 11. | Keskinopeuden riippuvaisuus koko ajoradan liikennemäärästä, vertailu HCM:ään, analysaattoriaineisto.                                 |
| Kuva | 12. | Liikennevirran ohitustiheyden riippuvaisuus ajosuunnan liikennemäärästä, rekisteritunnusaineisto.                                    |
| Kuva | 13. | Ajoneuvon ohitustiheyden riippuvaisuus ajosuunnan liikennemäärästä, rekisteritunnusaineisto.   |
| Kuva | 14. | Aktiivisten ohitusten lukumäärän riippuvaisuus liikennemäärästä kaksikaistaisilla maanteilla (Tekniikan käsikirja 6 1975).           |
| Kuva | 15. | Liikennevirran havaitun ohitustiheyden ja teoreettisesti lasketun ohitustarpeen (Wardrop) riippuvaisuus ajosuunnan liikennemäärästä. |
| Kuva | 16. | Peräkkäisten ajoneuvojen nopeuseron riippuvaisuus bruttoaikavälistä, koko analysaattoriaineisto.                                     |
| Kuva | 17. | Peräkkäisten ajoneuvojen nopeuseron hajonnan riippuvaisuus bruttoaikavälistä, koko analysaattoriaineisto.                            |
| Kuva | 18. | Alle yhden sekunnin bruttoaikavälien osuuden riippuvaisuus ajosuunnan liikennemäärästä, koko analysaattoriaineisto.                  |



- Kuva 19. Jonoprosentti liikennemäärän funktiona ajosuunnittain ja koko ajoradalle eri mittauspisteissä, analysaattoriaineisto ja satunnainen liikenne.
- Kuva 20. Jonoprosentti liikennemäärän funktiona ajosuunnittain ja koko ajoradalle, koko analysaattoriaineisto ja satunnainen liikenne.
- Kuva 21. Jonoprosentti liikennemäärän funktiona ajosuunnittain, rekisteritunnusaineisto ja satunnainen liikenne.
- Kuva 22. Vastakkaisen suunnan liikennemäärän vaikutus tarkastelusuunnan jonoprosenttiin ja jonon keskipituuteen, analysaattoriaineisto.
- Kuva 23. Jonon keskipituus liikennemäärän funktiona ajosuunnittain ja koko ajoradalle eri mittauspisteissä, analysaattoriaineisto ja satunnainen liikenne.
- Kuva 24. Jonon keskipituus liikennemäärän funktiona ajosuunnittain ja koko ajoradalle, koko analysaattoriaineisto ja satunnainen liikenne.
- Kuva 25. Jonon keskipituus liikennemäärän funktiona ajosuunnittain, rekisteritunnusaineisto ja satunnainen liikenne.
- Kuva 26. Jonon keskipituuden ja jonoprosentin riippuvaisuutta kuvaava pisteistö ajosuunnittain ja koko ajoradalle, analysaattoriaineisto ja satunnainen liikenne.
- Kuva 27. Jonon keskipituus ( $E(Q)$ ) jonoprosentin ( $p$ ) funktiona ajosuunnittain ja koko ajoradalle, analysaattoriaineisto ja satunnainen liikenne.
- Kuva 28. Jonon keskipituus ( $E(Q)$ ) jonoprosentin ( $p$ ) funktiona ajosuunnittain, rekisteritunnusaineisto ja satunnainen liikenne.
- Kuva 29. Viivytysprosentin (jonoprosentin) riippuvaisuus koko ajoradan liikennemäärästä, havainnoista piirretyt käyrät sekä HCM:n perusteella lasketut liikennemäärät, koko analysaattoriaineisto.
- Kuva 30. Viivytysprosentin (jonoprosentin) riippuvaisuus koko ajoradan liikennemäärästä, havainnot sekä HCM:n perusteella lasketut liikennemäärät, koko analysaattoriaineisto.
- Kuva 31. Mitattujen ja HCM:n perusteella laskettujen liikennemäärien välinen riippuvaisuus, koko analysaattoriaineisto.



## TAULUKKOLUETTELO

Taulukko	1.	Mittauspisteiden ominaisuuksia.
Taulukko	2.	Mittausjaksojen keskimääräiset liikennemäärät, raskaiden ajoneuvojen osuudet sekä suuntajakaumat.
Taulukko	3.	Matkajakauman keskinopeus ( $v_s$ ) liikennetiheyden ( $d$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.
Taulukko	4.	Matkajakauman keskinopeus ( $v_s$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.
Taulukko	5.	Nopeusjakauman keskihajonta ( $\sigma_v$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.
Taulukko	6.	15 %:n nopeus ( $v_{15}$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.
Taulukko	7.	Aikajakauman keskinopeus ( $v_t$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.
Taulukko	8.	85 %:n nopeus ( $v_{85}$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.
Taulukko	9.	Vapaiden ajoneuvojen matkajakauman keskinopeus ( $v_{sv}$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.
Taulukko	10.	Jonossa ajavien ajoneuvojen matkajakauman keskinopeus ( $v_{sj}$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.
Taulukko	11.	Vapaiden ja jonossa ajavien ajoneuvojen matkajakauman keskinopeus ( $v_s$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, ajoneuvot eroteltu luokittelumuuttujalla, analysaattoriaineisto.
Taulukko	12.	Vapaiden ajoneuvojen osuuden ( $100-p$ ) logaritmi liikennemäärän ( $q$ ) funktiona.
Taulukko	13.	Jonon keskipituuden logaritmi ( $E(Q)$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona.
Taulukko	14.	Jonon keskipituus ( $E(Q)$ ) jonoprosentin ( $p$ ) funktiona.
Taulukko	15.	Jonossa ajavien ajoneuvojen keskinopeus ( $v_{sj}$ ) jonon keskipituuden ( $E(Q)$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.

## TAULUKKOLUETTELOON KÄÄNTÖPUOLI

## 1 JOHDANTO

Moottoriliikenneteitä on maassamme jo noin 200 km ja niillä on huomattava merkitys pääväylien osana. Tämän tiettyypin liikennevirran käyttäytymisestä ja siihen vaikuttavista tekijöistä tiedetään kuitenkin toistaiseksi varsin vähän. Tarkempi tieto on tarpeen mm. pohdittaessa tulevan tieverkon keskeisten väylien standardia, peruspalvelutasoa ja turvallisuutta. Tämän vuoksi on tielaitoksessa käynnistetty erityinen moottoriliikenneteiden liikennevirtaa ja palvelutasoa koskeva tutkimustyö. Sen tavoitteena on selvittää eri tekijöiden vaikutusta moottoriliikenneteiden liikennevirran ominaisuuksiin, liikenteenvälityskykyyn ja palvelutason.

Pääasiallisena tutkimusmenetelmänä työssä on käytetty pistekohtaisia liikenneanalyysiaattorimittauksia. Pitkien tiejaksojen liikennevirran tarkastelua varten on tehty myös rekisteritunnustutkimuksia. Lisäksi tehtiin koeluontoisesti videokuvauksia helikopterista. Tutkimukseen sisältyy myös tielaitoksen automaattiseen mittausjärjestelmään (LAM) kuuluvien SL-4 laitteistojen aineiston käsittelyä ja arviointia.

Tässä raportissa käsitellään ainoastaan erikseen tehtyjen pistemittausten ja rekisteritunnustutkimuksen aineistoja. Tehdyt analyysit ovat yksinkertaisia perustarkasteluja, jotka antavat yleiskuvan vallitsevasta tilanteesta. Moottoriliikenneteiden liikennevirran käyttäytyminen teoriassa, tarkemmat johtopäätökset välityskyvystä ja palvelutasosta sekä vertailut aikaisempiin tutkimuksiin ja toisentyypisiin teihin käsitellään myöhemmin toisessa raportissa. Helikopterikuvausten tuloksista ja mittausmenetelmän käyttökelpoisuudesta liikennevirtatutkimuksissa tehdään erillinen muistio, samoin kiinteiden SL-4 liikenne-laskentalaitteiden aineistosta.



## 2 TUTKIMUSMENETELMÄT JA MITTAUSAINEISTO

### 2.1 Tutkimusmenetelmät

Tavoitteena oli saada perustietoja liikennevirran ominaisuuksista moottoriliikenneteillä. Pääasiallisena tutkimusmenetelmänä käytettiin pistekohtaisia liikenneanalyysointimittauksia. Liikennevirrassa esiintyvien häiriöiden sekä niiden syiden tarkastelua varten haluttiin tutkia myös pitempiä tiejaksoja. Tätä tarkoitusta varten mittausmenetelmänä käytettiin rekisteritunnustutkimuksia videokameralla. Käytettyjä mittausmenetelmiä ja mittausten suoritustapaa ei tässä raportissa esitellä yksityiskohtaisesti.

### 2.2 Mittausaineisto

#### 2.2.1 Liikenneanalyysointimittaukset

Mittausten tavoitteena oli kerätä pistekohtaisia tietoja eri moottoriliikenneteiltä ja mahdollisuuksien mukaan myös geometrialtaan erilaisilta poikkileikkauksilta. Päättämiskohteeksi valittiin vt 4 välillä Järvenpää–Lahti, jossa oli kolme mittauspistettä. Vt 5:ltä välillä Lahti–Heinola, vt 6:lta Kouvola ohikulkutiellä ja vt 7:ltä välillä Riihimäki–Koskenkylä (Pernaja) valittiin jokaiselta yksi mittauspiste. Kylmän ja sateisen sään takia Kouvola ja Pernajan pisteet jäivät kuitenkin mittaamatta. Kuvassa 1 on esitetty käytettyjen mittauspisteiden sijainnit sekä taulukossa 1 niiden ominaisuudet.

Mittauslaitteistona käytettiin TTK:n liikennelaboratoriossa kehitettyä mikrotietokonepohjaista liikenneanalyysointia. Mittausantureina käytettiin asfaltin pintaan ilmastointiteipillä kiinnitettyjä induktiosilmukoita. Silmukan leveys oli kolme metriä ja pituus kaksi metriä. Kaistaa kohti oli kaksi peräkkäistä silmukkaa ja silmukaväli oli viisi metriä etureunasta etureunaan. Laitteisto tallensi kaistoittain ajoneuvojen brutto- ja nettoaikavälin, pistenopeuden, pituuden sekä ajoneuvotyyppin.

Mittaukset aloitettiin keväällä 1990 ja uusittiin osittain syksyllä 1990. Kaikissa mittauspisteissä mitattiin sekä tavallisessa arkipäiväliikenteessä että vilkkaassa perjantai- ja sunnuntailiikenteessä. Mittauspäivämäärät, kellonajat ja aineiston määrä ilmenevät liitteestä 1. Keväällä mittausaineistoa kertyi noin 53 tuntia mutta sitä on laitevikojen vuoksi voitu käyttää varsin rajoitetusti. Syksyllä mittausaineistoa oli yhteensä noin 55 tuntia. Mittausten aikana sää oli enimmäkseen kaunis ja ajoradan pinta oli paria mittausta lukuunottamatta kuiva.

#### 2.2.2 Rekisteritunnustutkimus

Liikenneanalyysointilla saa ainoastaan pistekohtaisia tietoja liikenteestä. Tämän vuoksi tehtiin myös rekisteritunnustutkimuksia, joilla pistekohtaisten tietojen lisäksi kerättiin tietoja pitkien tiejaksojen liikennevirrasta, eli lähinnä ohitusmääriä ja matkanopeuksia. Tutkittu tiejakso sijaitsi vt 4:llä välillä Järvenpää–Mäntsälä. Mittauksia tehtiin samanaikaisesti kahdessa pisteessä, jotka olivat tielaitoksen kunnossapitokalustolle tarkoitettuja kääntöpaikkoja. Pisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 1 ja pistevälien ominaisuudet taulukos-

sa 1.

Moottoriliikennetien vilkkaan liikenteen takia päätettiin luopua perinteisestä tutkimusmenetelmästä eli rekisteritunnusten lukemisesta ääninauhalle. Sen sijaan rekisterikilvet kuvattiin Super-VHS videokameralla. Videonauhaa purettaessa poimittiin jokaisen ajoneuvon rekisteritunnus, ohitusaika ja ajoneuvotyyppi.

Rekisteritunnustutkimus tehtiin kesäkuussa 1990. Kuvauksia tehtiin kolmen tunnin jaksoissa yhteensä yhdeksän tuntia eli yksi arkipäivämittaus, yksi perjantaimittaus ja yksi sunnuntaimittaus. Mittauspäivämäärät, kellonajat, mitatut tiejaksot ja aineiston määrä on esitetty liitteessä 1. Kuvausten aikana säätila oli epävakaata ja välillä satoi myös vettä.

**Taulukko 1: Mittauspisteiden ominaisuuksia (Tierekisteri 1.1.1989+päivitykset).**

Analysaattorimittauspaikat

Piste- n:o	Tie- n:o	Tie- osan n:o	Paikka	Ajo- rata (m) 1)	Päälly- steen leveys (m) 1)	Tieosan mäki- syys (m/km)	Tieosan kaartei- suus (g/km)	Tieosan näke- mäprosentti		Nopeus- rajoitus pistees- sä	Ohitus- kielto pisteessä
								460 m	300 m		
1	4	108	Järvenpää	7,6	12,8	5	17	ei tiedossa		100	ei
2	4	111	Mäntsälä	7,4	12,3	7	8	ei tiedossa		100	ei
3	4	116	Orimattila	7,5	12,4	4	11	92	100	100	ei
4	5	102	Nastola	7,5	12,0	8	19	ei tiedossa		100	ei

Rekisteritunnustutkimuspaikat

1a	4	109	Ohkolan kääntymis- paikka P	2)	12,2	6	9	ei tiedossa		100	Helsinkiin
1b	4	112	Mäntsälä E	2)	12,5	3	14	98	100	100	ei
2a	4	113	Mäntsälä P	2)	12,6	10	9	87	100	100	ei
2b	4	109	Ohkolan kääntymis- paikka E	2)	14,0	6	9	ei tiedossa		100	Lahteen

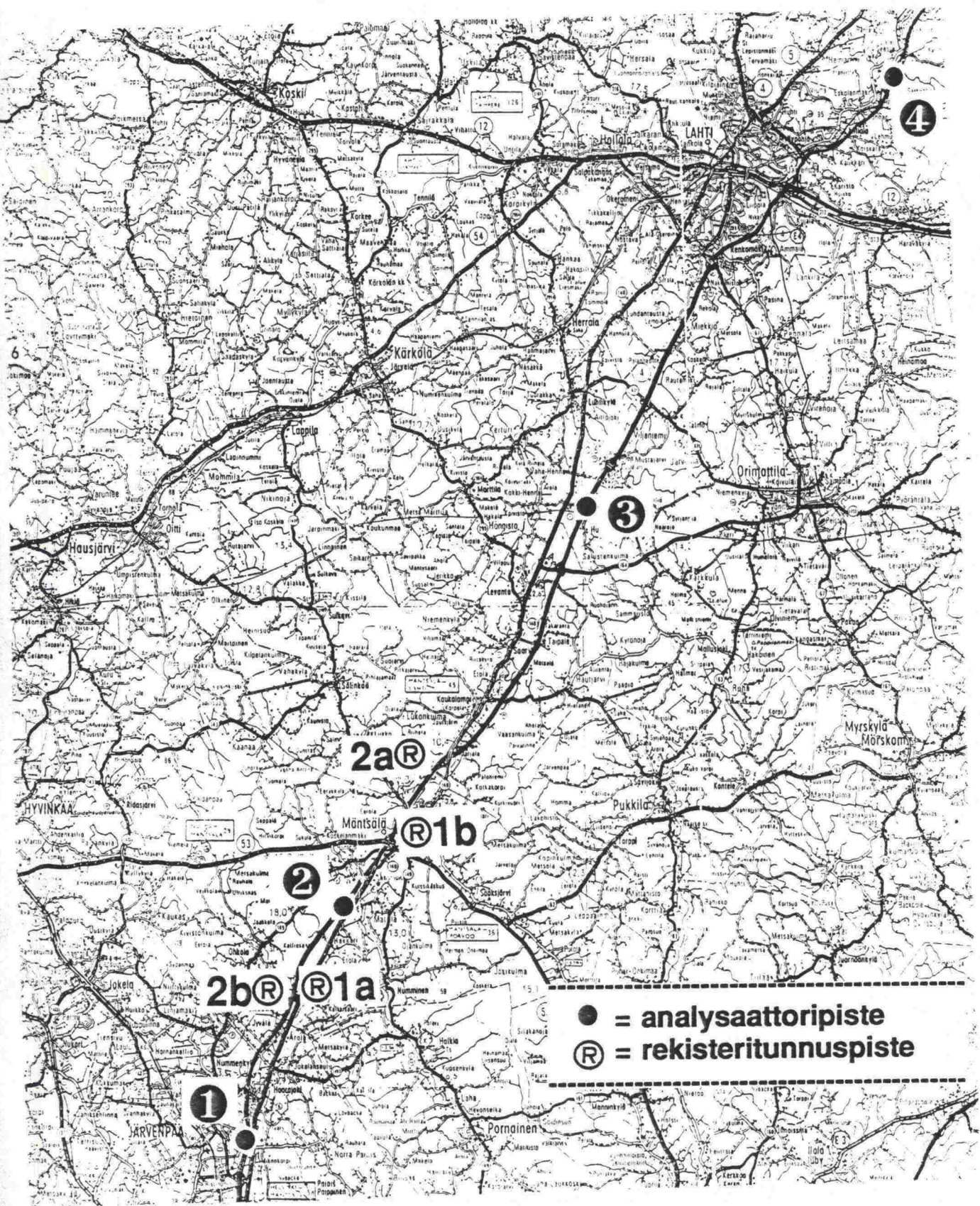
Pisteväli 1a-1b: pituus 10,6 km, ajosuunta Lahteen, mäkisyyys 3-8, kaarteisuus 8-14

Pisteväli 2a-2b: pituus 16,3 km, ajosuunta Helsinkiin, mäkisyyys 3-10, kaarteisuus 8-14

1) mitattu maastossa

2) ei maalattuja reunaviivoja mittauksen aikana





Kuva 1: Mittauspisteiden sijainti. Numerot viittaavat taulukkoon 1.



### 3 AINEISTON KÄSITTELYN PERIAATTEET

#### 3.1 Peruskäsittely

##### 3.1.1 Jonokriteeri ja käytetty aikajakso

Jonokriteerinä käytettiin viiden sekunnin aikaväliä edellä ajavaan. Tämän mukaan ajoneuvoryhmän ensimmäistä ajoneuvoa (jonon johtajaa) ei katsottu jonoajoneuvoksi vaan vapaaksi ajoneuvoksi. Kriteeri on yleisesti käytössä ja mahdollistaa tulosten vertailemisen aikaisempiin tutkimuksiin ja amerikkalaiseen Highway Capacity Manualiin (HCM).

Mittausaineistot käsiteltiin liikennelaboratorion liikennevirtaohjelmilla 15 min aikajaksoissa. Analysaattoriaineiston käsittelyohjelma ei kuitenkaan katkaise jonoja kesken, joten aikajakso saattaa olla vähän pitempi kuin 15 min. Analysaattoriaineistosta muodostui 220 viidentoista minuutin aikajaksoa eli yhteensä 55 h. Analysaattoriaineisto käsiteltiin myös 60 min aikajaksoissa. Kevään analysaattoriaineistoa ei käsitelty lainkaan.

Myös rekisteritunnusaineisto käsiteltiin 15 min aikajaksoissa rekisteritunnustutkimusohjelmalla. Sen lisäksi pistekohtaiset aineistot käsiteltiin samantyyppisellä ohjelmalla kuin analysaattoriaineistokin.

Ellei muuta ole mainittu, liikennemäärinä on aina käytetty 15 min arvoihin perustuvia laskennallisia tuntiliikennemääriä.

##### 3.1.2 Peruskäsittelyn tulostukset

Analysaattoriaineistoa varten tehdyt ohjelmat tulostavat seuraavat tiedot aikajaksottain:

- liikennemäärä
- matkajakauman keskinopeus
- liikennetiheys
- ajoneuvojen pituusjakaumat
- ajoneuvojen tyyppijakaumat
- aikavälijakaumat
- nopeusjakaumat
- jonoprosentti
- jonojen lukumäärä
- jonojen keskipituus
- jonojen pituusjakaumat.

Tiedot tulostuvat erikseen vapaille, jonossa ajaville, ohittaville ja kaikille ajoneuvoille suunnittain ja koko ajoradalle.

Rekisteritunnustutkimusohjelma laskee aikajaksottain ja ajoneuvotyypeittäin:

- liikennemäärät tieosuuden molemmissa päissä
- liikennevirran pisteiden välillä
- keskimääräiset matka-ajat
- keskimääräiset matkanopeudet
- matka-aikojen ja -nopeuksien hajonnat

- matka-aikojen ja -nopeuksien jakaumat
- välillä pysähtyneiden ajoneuvojen lukumäärän
- keskimääräiset pysähtymisajat
- pysähtymisaikojen jakaumat
- aktiiviset ja passiiviset ohitukset
- aktiivisten ja passiivisten ohitusten lukumäärän jakaumat.

Rekisteritunnustutkimusten pistekohtaisista tiedoista laskettiin ensin aikavälit ja sen jälkeen aikajaksottain tarkastelusuunnan liikennemäärä sekä aikaväli- ja ajoneuvotyyppijakaumat vapaille, jonossa ajaville ja kaikille ajoneuvoille. Lisäksi laskettiin jonoprosentti sekä jonojen lukumäärä, keskipituudet ja pituusjakaumat. Toisen suunnan liikennemäärät laskettiin käsin videonauhalla.

Käsittelyohjelmien tulostuksista piirrettiin kuvat, joita on esitetty liitteissä.

## 3.2 Analyysit

### 3.2.1 Regressioanalyysit

#### Analysaattoriaineisto

Analyyseissä käytettiin lineaarista regressioanalyysiä. Jonotarkasteluissa käytetyt eksponentiaaliset funktiot muutettiin lineaariseen muotoon logaritmoimalla. Analyysit tehtiin myös ilman logaritmeja niin, että eksponenttifunktiolle ensin laskettiin arvo, jota sitten käytettiin lineaarisen mallin selittäjänä. Lineaariset mallit tehtiin sekä mittauspisteittäin että koko aineistolle ja mahdollisuuksien mukaan sekä molemmille suunnille erikseen että koko ajoradalle. Poikkeukselliset havainnot poistettiin ja analyysit tehtiin häiriöttömälle liikenteelle. Havainto katsottiin poikkeukselliseksi, jos liikenne kyseisen aikajakson tai edeltäneiden aikajaksojen aikana oli pysähtynyt hetkellisesti ja keskinopeus siitä syystä oli ollut poikkeuksellisen alhainen. Analyyseistä poistettuja aikajaksoja oli yhteensä 10 kpl (220:stä) joka katsottiin niin pieneksi ettei häiriintyneelle liikenteelle erikseen tehty analyysijä. Liitteiden pisteistökuvissa on kuitenkin esitetty kaikki havainnot.

Keskinopeuksille tehtiin regressiomalleja sekä liikennetiheyden että liikennemäärän funktiona. Prosenttinopeuksia (15 % ja 85 %) tarkasteltiin liikennemäärän funktiona. Mittauspisteistöihin sovitettiin lineaariset regressiosuorat. Myös nopeuksien keskihajonnalle tehtiin regressiosuoria liikennemäärän funktiona.

Myös vapaiden ja jonossa ajavien ajoneuvojen keskinopeuksia liikennemäärän funktiona tarkasteltiin. Keskinopeuksille tehtiin kahden selittäjän malli, jossa liikennemäärän lisäksi käytettiin selittäjänä vapaita ja jonossa ajavia ajoneuvoja erottelevaa luokittelumuuttujaa (dummy). Myös jonossa ajavien ajoneuvojen keskinopeuksien riippuvaisuutta jonon keskipituudesta tarkasteltiin. Jonoprosentille ja jonon keskipituudelle tehtiin lineaarisia regressioyhtälöitä, joissa liikennemäärää käytettiin selittäjänä. Jonon keskipituudelle tehtiin regressioyhtälöitä, joissa jonoprosenttia käytettiin selittäjänä.



### Rekisteritunnusaineisto

Analyysit tehtiin lineaarisella regressioanalyysillä samoja periaatteita noudattaen kuin analysaattoriaineiston käsittelyssäkin.

Matkanopeuksille ja niiden keskihajonnalle tehtiin lineaarisia yhtälöitä liikennemäärän funktiona. Jonoprosentille ja jonon keskipituudelle tehtiin regressioyhtälöitä, joissa liikennemäärää käytettiin selittäjänä. Jonon keskipituudelle tehtiin regressioyhtälöitä, joissa jonoprosenttia käytettiin selittäjänä.

### 3.2.2 Käytetyt teoreettiset jakaumat

Tilastollisia analyysejä varten käytettiin satunnaista liikennettä varten kehitettyjä yksinkertaisia yhteyksiä, vaikka liikenne ei todellisuudessa tietenkään ollut täysin satunnaista. Oletukset helpottavat kuitenkin aineiston käsittelyä ja ovat osoittautuneet käyttökelpoisiksi.

Jos oletetaan, että yksittäiset jononpituudet muodostavat geometrisen jakauman, voidaan jonon keskipituudelle ja jonoprosentille laskea seuraava yhteys:

$$E(Q) = \frac{100}{100-p} \quad (1)$$

missä

$$\begin{aligned} E(Q) &= \text{jonon keskipituus (ajon)} \\ p &= \text{jonoprosentti (\%)}. \end{aligned}$$

Jonon keskipituus jonoprosentin funktiona on siis hyperbelin muotoinen käyrä eikä jonokriteeri vaikuta tähän yhteyteen.

Teorian mukaan jonon keskipituus (ilman johtajaa) on sama kuin tiellä kulkevien ajoneuvoryhmien keskipituus (johtaja mukana, myös yksittäiset ajoneuvot), jos liikenne on satunnaista.

Jos oletetaan, että aikavälit muodostavat eksponentiaalisen jakauman, jonon keskipituudelle ( $E(Q)$ ) ja jonoprosentille ( $p$ ) saadaan seuraavat yhtälöt:

$$p = 100 \times (1 - e^{-q \times t}) \quad (2)$$

$$E(Q) = e^{q \times t} \quad (3)$$

missä

$$\begin{aligned} q &= \text{liikennemäärä (ajon/s)} \\ t &= \text{käytetty jonokriteeri (s)}. \end{aligned}$$

Logaritmisessa muodossa yhtälöt saavat muodon

$$\ln \frac{100-p}{100} = -q \times t \quad (4)$$

$$\ln(E(Q)) = q \times t. \quad (5)$$

Satunnaisessa liikenteessä jonon keskipituuden logaritmi ja vapaiden ajoneuvojen osuuden logaritmi ovat siis liikennemäärän lineaarisia funktioita, joiden kulmakertoimet ovat vastalukuja ( $t$  ja  $-t$ ).

### 3.2.3 Tilastolliset testit

Regressioanalyysit tehtiin SAS-ohjelmistolla, jossa mallin selitysasteen tilastollista merkitsevyyttä testattiin F-testillä ja yksittäisen selittäjän nollasta poikkeavuutta t-testillä.



## 4 LIKENNEMÄÄRÄT JA NOPEUDET

### 4.1 Liikennemäärät ja suuntajakaumat

Liikennemäärän aikavaihtelut mittauspisteittäin molemmille ajosuunnille ja koko ajoradalle on esitetty *liitteessä 2* analysaattorimittausten osalta ja *liitteessä 3* rekisteritunnusmittausten osalta. Mittaukset tehtiin keväällä ja syksyllä, jolloin viikonloppuliikenne on vilkkaimmillaan. Talvella liikennemäärät ja erityisesti liikennehuiput ovat pienempiä.

Päiväliikenteessä ajosuunnan liikennemäärä on ollut 200–400 ajon/h ja koko ajoradan liikennemäärä 400–800 ajon/h. Keskipäivällä liikennemäärät ovat pysyneet lähes vakioina mutta klo 14 jälkeen liikenne on vilkastunut ja Helsingistä poispäin on kulkenut noin 500–900 ajon/h.

Keväällä ja syksyllä perjantain liikennehuippu vt 4:llä sijoittui klo 15 ja 18 väliin ja liikennemäärät olivat suurempia mitä lähempänä Helsinkiä mittauspiste oli. Liikennemäärät (q) vaihtelivat yleensä seuraavasti:

<u>Suunta</u>	<u>q (ajon/h)</u>
Lahteen	1300–1600
Helsinkiin	300–500
Koko ajorata	1700–2200

Suurin 15 min liikennemäärä Lahden suuntaan havaittiin Järvenpään mittauspisteessä, 1697 ajon/h. Koko ajoradalla havaittu maksimiliikennemäärä oli 2198 ajon/h. Suurin 60 min liikennemäärä oli 1534 ajon/h yhteen suuntaan ja 2048 ajon/h koko ajoradalle. Vt 5:llä liikennemäärät olivat selvästi pienempiä kuin vt 4:llä. Perjantaina klo 16–20 liikennemäärät vaihtelivat seuraavasti:

<u>Suunta</u>	<u>q (ajon/h)</u>
Heinolaan	800–1100
Helsinkiin	300–400
Koko ajorata	1300–1500

Sunnuntaina ei ollut havaittavissa yhtä selvää huippua liikennemäärissä kuin perjantaina. Vilkas liikenne alkoi myöhemmin ja kesti kauemmin. Sen kesto on todennäköisesti sunnuntaina myös enemmän riippuvainen säätilasta kuin perjantaina. Vt 4:llä Helsinkiin menevä liikenne vaihteli keväisin ja syksyisin sunnuntaina klo 16–21 seuraavasti:

<u>Suunta</u>	<u>q (ajon/h)</u>
Lahteen	300–600
Helsinkiin	1100–1500
Koko ajorata	1500–2000

Sunnuntaina suurin havaittu 15 min liikennemäärä suunnassa Helsinkiin oli 1590 ajon/h (Orimattila) ja 60 min 1475 ajon/h (Orimattila). Koko ajoradalle

vastaavat luvut olivat 1990 ajon/h (Orimattila) ja 1907 ajon/h (Mäntsälä). Vt 5:llä liikennemäärät vaihtelivat sunnuntaina seuraavasti:

<u>Suunta</u>	<u>q (ajon/h)</u>
Heinolaan	300–400
Helsinkiin	900–1200
Koko ajorata	1200–1500

Rekisteritunnustutkimuspisteissä havaitut liikennemäärän aikavaihtelut olivat samanlaisia kuin analysaattoripisteissäkin. Kuvausten aikana sää oli epävakaa, mistä syystä liikennemäärät luultavasti olivat hiukan alhaisempia kuin poutasäällä tehdyissä analysaattorimittauksissa.

Eri mittausten keskimääräiset liikennemäärät koko mittausajan osalta sekä liikenteen suuntajakaumat on esitetty *taulukossa 2*.

Päiväliikenteessä liikenne jakautui melko tasaisesti molemmille suunnille. Vt 4:llä Lahteen päin meni hiukan enemmän autoja kuin Helsinkiin päin.

Viikonloppuisin liikenne jakautui erittäin epätasaisesti suunnille. Pääsuuntaan kulki 72–79 % liikenteestä. Rekisteritunnuskuvausten aikana vilkkaampaan suuntaan kulki 76–78 % liikenteestä.

## 4.2 Liikenteen koostumus

*Taulukossa 2* on myös esitetty raskaiden ajoneuvojen osuus eri mittauspisteissä eri päivinä. Tyypiluokitus on tehty ajoneuvojen pituuden perusteella ja ajoneuvo, jonka pituus on ollut yli 6 metriä on katsottu raskaaksi ajoneuvoksi. Luokitus olisi voitu tehdä myös analysaattorin antamien ajoneuvotyyppien perusteella. Alustavien vertailujen perusteella todettiin kuitenkin, että pituuskriteeri oli riittävä raskaiden ajoneuvojen osuuden määrittämiseksi.

Päiväliikenteessä raskaiden ajoneuvojen osuus oli 10–17 %. Vt 4:llä osuus oli vähän suurempi Helsinkiin päin kuin Lahteen päin.

Viikonloppuliikenteessä raskaita ajoneuvoja oli noin 4–7 % koko liikenteestä. Perjantaina raskaiden ajoneuvojen osuus oli vähän suurempi kuin sunnuntaina. Osuus oli perjantaina suurempi Helsinkiin päin kuin maalle päin ja sunnuntaina suurempi maalle päin kuin Helsinkiin päin.

Rekisteritunnusaineiston osalta tyypiluokitus on tehty silmämääräisesti videonauhojen purkamisen yhteydessä. Päiväkuvauksen aikana raskaiden ajoneuvojen osuus oli 11–14 % ja viikonloppukuvausten aikana 4–10 %. Perjantaina oli enemmän raskaita ajoneuvoja kuin sunnuntaina. Viikonloppuliikenteessä suurin osa raskaista ajoneuvoista oli perävaunullisia henkilö- tai pakettiautoja. Perjantaina näiden osuus kaikista raskaista ajoneuvoista oli lähes 60 % ja sunnuntaina yli 70 %.

## LIIKENNEMÄÄRÄT JA NOPEUDET

Taulukko 2: Mittausjaksojen keskimääräiset liikennemäärät, raskaiden ajoneuvojen osuudet sekä suuntajakaumat.

## Analysaattorimittaukset

Piste	Paikka	Päivä	Kellonaika	Mittausjakson keskim. liikennemäärä (ajon/h)			Raskaiden ajoneuvo- jen (>6m) osuus (%)			Suunta- jakauma
				Maalle	Helsin- kiin	Koko ajorata	Maalle	Helsin- kiin	Koko ajo- rata	Maalle/ Helsin- kiin (%)
1	Järvenpää	to 09.08	11.20-13.25	389	322	711	10,3	14,7	12,4	54,7/45,3
		to 09.08	13.30-15.01	481	394	875	8,6	12,4	10,3	55,0/45,0
		pe 10.08	14.50-20.32	1263	471	1731	5,1	7,7	5,8	73,0/27,0
		su 12.08	15.58-21.47	340	1235	1574	5,8	3,6	4,0	21,6/78,4
2	Mäntsälä	to 30.08	14.21-17.33	702	390	1091	9,5	11,7	10,3	64,3/35,7
		pe 31.08	15.11-20.32	1234	381	1614	4,9	8,6	5,8	76,4/23,6
		su 02.09	14.10-20.48	433	1265	1698	5,7	4,0	4,4	25,5/74,5
3	Orimattila	to 30.08	10.14-13.15	276	251	524	14,3	19,6	16,9	52,4/47,6
		pe 24.08	14.47-20.32	1323	388	1710	5,8	9,1	6,6	77,4/22,6
		su 26.08	16.25-22.04	343	1304	1646	6,7	4,9	5,2	20,8/79,2
4	Nastola	to 16.08	11.59-15.01	239	245	483	16,5	16,2	16,4	49,5/50,5
		pe 17.08	16.14-21.01	918	356	1270	6,3	8,9	7,0	72,1/27,9
		su 19.08	16.07-20.03	360	972	1329	7,7	5,2	6,0	27,0/73,0

## Rekisteritunnustutkimukset

Piste	Paikka	Päivä	Kellonaika	Mittausjakson keskim. liiken- nemäärä ajon/h		Raskaiden ajoneuvojen osuus (%)		Suunta- jakauma
				Maalle	Helsin- kiin	Maalle	Helsin- kiin	Maalle/ Helsin- kiin (%)
2a	Mäntsälä P	to 14.06	13.45-16.00	532	384	14,0	13,3	58,1/41,9
2b	Ohkola E	to 14.06	13.45-15.45	526	356	12,2	10,5	59,6/40,4
1a	Ohkola P	pe 15.06	17.00-20.00	1193	376	7,7	8,8	76,0/24,0
1b	Mäntsälä E	pe 15.06	17.15-20.00	1295	400	8,6	10,1	76,4/23,6
2a	Mäntsälä P	su 17.06	18.00-21.00	358	1268	7,2	4,4	21,9/78,1
2b	Ohkola E	su 17.06	18.15-21.00	329	1153	5,8	4,2	22,2/77,8

## 4.3 Pistenopeudet

## 4.3.1 Pistenopeuksien aikavaihtelut

Keskinopeuden aikavaihtelut mittauspisteittäin on esitetty liitteessä 2. Kaikissa mittauspisteissä oli 100 km/h nopeakrajoitus ilman ohituskieltoa. Keskinopeus ( $v_s$ ) on laskettu mitattujen pistenopeuksien ( $v_i$ ) harmonisena



keskiarvona.

Päiväliikenteessä keskinopeudet vaihtelivat välillä 90–100 km/h molempiin suuntiin.

Perjantaina keskinopeus pääsuuntaan Järvenpään ja Mäntsälän mittauspisteissä vaihteli välillä 80–90 km/h mutta siellä esiintyi myös hetkellisiä pysähdyksiä, jolloin ajoneuvoikohtaiset pistenopeudet olivat alle 30 km/h. Vaikka pysähdykset eivät kestäneet kauan (n. 5 min), ne vaikuttivat kuitenkin keskinopeuksiin noin tunniksi eteenpäin. Tällaiset aikajaksot on poistettu regressioanalyysistä, jotka haluttiin tehdä sujuvalle liikenteelle. Orimattilan ja Nastolan mittauspisteissä keskinopeudet pysyivät perjantaisinkin välillä 80–100 km/h. Pysähdyksiä ei näissä pisteissä esiintynyt lainkaan. Hiljaisen suunnan keskinopeudet vaihtelivat perjantaisin välillä 90–100 km/h kaikissa mittauspisteissä.

Sunnuntaina keskinopeudet pääsuuntaan vaihtelivat välillä 85–95 km/h kaikissa mittauspisteissä. Hiljaisenkin liikenteen suunnassa keskinopeudet vaihtelivat sunnuntaina välillä 85–95 km/h.

Nopeusjakauman keskihajonnan aikavaihtelut on esitetty *liitteessä 4*. Kuvien mukaan nopeuksien hajonta päiväliikenteessä vaihteli yleensä 10 km/h ympärillä.

Viikkaassa viikonloppuliikenteessä nopeuksien keskihajonta vaihteli välillä 5–15 km/h molempiin suuntiin. Hetkellisesti keskihajonnat voivat nousta yli 25 km/h silloin kun liikenne välillä on ollut lähes pysähdyksissä. Myös hiljaisempaan suuntaan esiintyi välillä "piikkejä".

#### 4.3.2 Pistenopeusjakaumat

Nopeuksien aikajakaumien summakäyrät piirrettiin mittauspisteittäin valituista 15 minuutin aikajaksoista siten, että suunnittaiset kuvat piirrettiin neljällä eri liikennemäärällä molemmista suunnista ja koko ajoradan kuvat kolmella eri liikennemäärällä sekä sunnuntai- että perjantailiikenteestä. Luokittelu vaihtelee jonkin verran mittauspisteestä toiseen, mutta pääsääntöisesti pyrittiin käyttämään luokkia 500, 1000, 1200 ja 1500 ajon/h suunnittaisissa kuvissa ja luokkia 1400, 1700 ja 2000 koko ajoradan kuvissa. Aikajakso hyväksyttiin tiettyyn liikennemääräluokkaan jos poikkeama oli pienempi kuin 50 ajon/h. Jos liikenne on hetkellisesti pysähtynyt aikajakson aikana, siitä on maininta kuvassa. Suunnittaiset summakäyrät on esitetty *liitteessä 5* ja koko ajoradan summakäyrät *liitteessä 6*. Kunkin aikajakson keskinopeus ja nopeuksien keskihajonta on myös esitetty kuvissa. Jakaumat on piirretty erikseen vapaille, jonossa ajaville ja kaikille ajoneuvoille. Kaikki seuraavassa esitetyt johtopäätökset perustuvat kuvien silmämääräiseen tarkasteluun. Tässä yhteydessä käsitellään vain kaikkia ajoneuvoja; vapaiden ja jonossa ajavien ajoneuvojen nopeuksiin palataan jononmuodostuksen käsittelyn yhteydessä kohdassa 8.1.1.

Koska havaintojen lukumäärä 15 minuutin aikajaksossa oli suhteellisen pieni, nopeusjakaumat piirrettiin myös 60 minuutin aikajaksoista, jotta jakaumiin saataisiin enemmän havaintoja. Suunnittaiset jakaumat piirrettiin kolmella tai neljällä eri liikennemäärällä. Koko ajoradan jakaumat piirrettiin kahdella eri

liikennemäärällä perjantai- ja sunnuntailiikenteestä ja yhdellä liikennemäärällä päiväliikenteestä. Jos liikenne hetkellisesti on pysähtynyt aikajakson aikana, siitä on maininta kuvassa. Suunnittaiset summakäyrät on esitetty *liitteessä 7* ja koko ajoradan käyrät *liitteessä 8*. Tässä yhteydessä on käsitelty vain kaikkia ajoneuvoja.

Suunnittaiset 15 minuutin summakäyrät olivat yleensä samanmuotoisia ja suuntien välillä ei ole näkyviä eroja. Käyrät nousivat jyrkästi nopeudesta 75–85 km/h. Suurilla liikennemäärillä nopeudet olivat alhaisempia kuin pienillä liikennemäärillä eli liikennemäärän kasvaessa käyrät siirtyivät vasemmalle, mutta erot olivat kuitenkin pieniä. Nopeusrajoituksen (100 km/h) ylittäjien osuus pieneni muutamaa poikkeusta lukuunottamatta liikennemäärän kasvaessa. Eri liikennemäärillä nopeusrajoituksen ylittäjien osuus vaihteli seuraavasti:

<u>q (ajon/h/suunta)</u>	<u>ylittäjien osuus (%)</u>
500	20–40
1000	20–40
1200	10–25
1500	10–15

Koko ajoradan 15 minuutin summakäyrät olivat samanmuotoisia kuin suunnittaiset käyrätkin. Sunnuntain ja perjantain nopeusjakaumissa ei ollut eroja. Vilkaassa liikenteessä hiljaisen suunnan mukanaolo nosti ehkä jonkin verran nopeusrajoituksen ylittäjien osuutta koko ajoradan osalta. Eri liikennemäärillä nopeusrajoituksen ylittäjien osuus vaihteli seuraavasti:

<u>q (ajon/h/ajorata)</u>	<u>ylittäjien osuus (%)</u>
1300–1400	20–30
1700–1800	10–15
2000	10–25

Suunnittaiset 60 min summakäyrät olivat samanlaisia kuin 15 min käyrät. Suuremman havaintomäärän ansiosta ne olivat kuitenkin selvemmin S-muotoisia kuin 15 minuutin käyrät, jotka olivat jonkin verran kulmikkaita. Käyrien jyrkkä nousu alkoi yleensä nopeudesta 80 km/h ja loppui nopeuteen 105–110 km/h.

Koko ajoradan 60 min summakäyrät eivät sanottavasti poikenneet 15 min käyristä.

#### 4.4 Matka-ajat ja -nopeudet

##### 4.4.1 Aikavaihtelut ja matkanopeusjakaumat

Keskimääräisten matka-aikojen ja matkanopeuksien aikavaihtelut rekisteritunnustutkimustiejaksoilla on esitetty *liitteessä 9*.

Päiväliikenteessä matkanopeus on ollut yli 90 km/h ja viikonloppumittausten aikana välillä 80–95 km/h. Perjantaina matkanopeus on kasvanut tasaisesti

kello 17 jälkeen, mikä ilmeisesti on johtunut siitä, että liikenteen huippu on ollut ohi videokuvausten alkaessa.

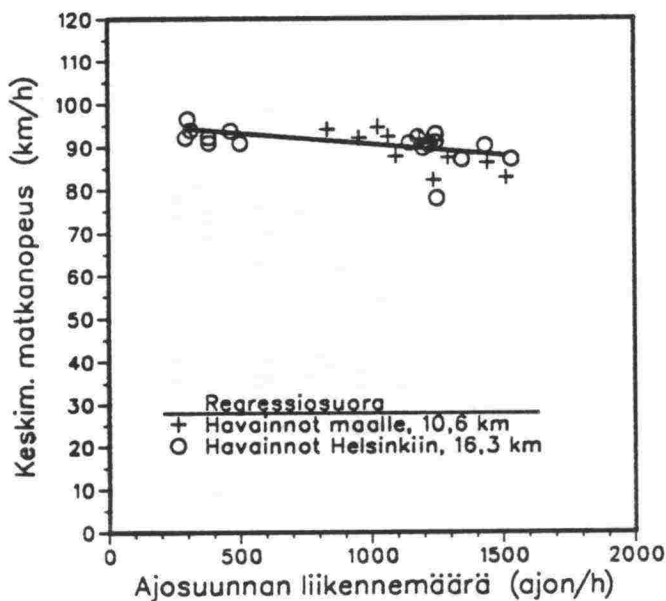
Matkanopeuksien summakäyrät on esitetty *liitteessä 10*. Arkipäiväliikenteessä matkanopeuden keskiarvo on ollut 93,3 km/h sekä viikonloppuliikenteessä 88,3 km/h perjantaina ja 89,3 km/h sunnuntaina.

#### 4.4.2 Liikennemäärän vaikutus matkanopeuksiin

Keskimääräisen matkanopeuden ja liikennemäärän riippuvaisuutta kuvaava pisteistö on esitetty *kuvassa 2*. Kuvan mukaan matkanopeus on laskenut hieman liikennemäärän kasvaessa. Kuvaan on myös piirretty regressiosuora ja liikennemääränä on käytetty tarkasteluvälin alkupään liikennemäärää. Regressioanalyysi on tehty koko aineistolle, eikä suuntia ole tarkasteltu erikseen, koska pienillä liikennemäärillä ei ollut havaintoja maalle päin menevästä liikenteestä. Regressioyhtälö matkanopeudelle ( $v$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona on seuraava:

$$v = 95,9 - 0,0052 \times q \quad (6)$$

$$R^2 = 0,401$$



Kuva 2: Matkanopeuden riippuvaisuus ajosuunnan liikennemäärästä, rekisteritunnusaineisto.

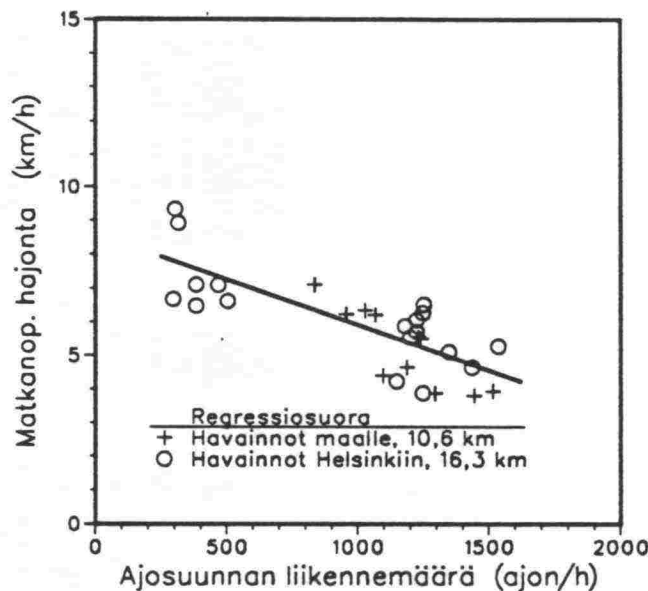
Matkanopeus pienenee siis noin 5 km/h pääsuunnan liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Vastakkaisen suunnan liikennemäärä oli yleensä alle 500 ajon/h.

Kuvassa 3 on esitetty matkanopeuden keskihajonnan ja liikennemäärän välinen riippuvaisuus. Kuvan mukaan matkanopeuden hajonta on pienentynyt liikennemäärän kasvaessa. Regressioyhtälö matkanopeuden hajonnalle ( $\sigma_v$ )



liikennemäärän ( $q$ ) funktiona on seuraava:

$$\sigma_v = 8,6 \quad 0,0027 \times q$$
$$R^2 = 0,612 \quad (7)$$



Kuva 3: Matkanopeuden keskihajonnan riippuvaisuus ajosuunnan liikennemäärästä, rekisteritunnusaineisto.

#### 4.4.3 Ajoneuvotyyppien matkanopeuserot

Eri ajoneuvotyyppien keskimääräisen matkanopeuden ja ajosuunnan liikennemäärän riippuvaisuutta kuvaavat pisteistöt sekä matkanopeuksien summakäyrät on esitetty liitteessä 11. Henkilöautojen matkanopeus on ollut suurempi kuin raskaiden ajoneuvojen matkanopeus mutta myös linja-autojen matkanopeus on ollut suurempi kuin muilla raskailla ajoneuvoilla. Kaikkien ajoneuvotyyppien matkanopeus pieneni liikennemäärän kasvaessa.

#### 4.4.4 Mittausvälillä pysähtyneet ajoneuvot

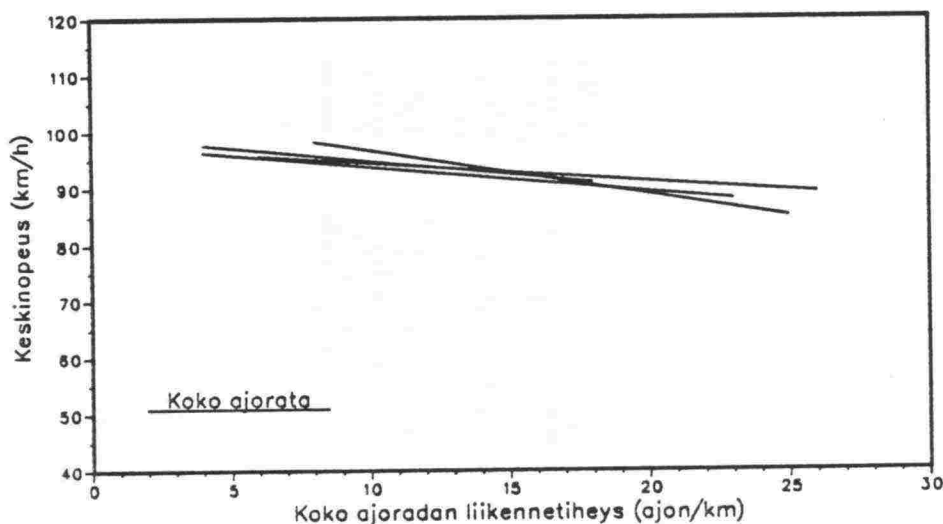
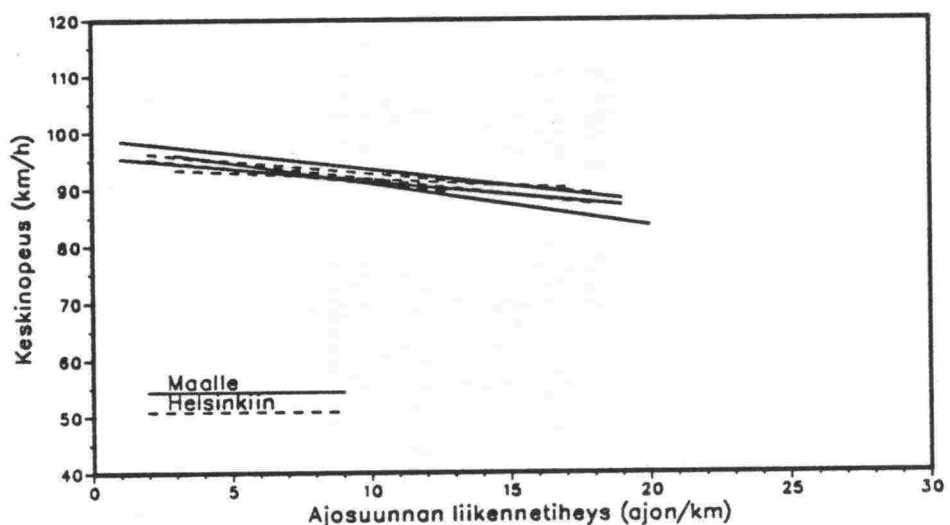
Mittausvälillä pysähtyneeksi ajoneuvoksi katsottiin sellainen ajoneuvo jonka matkanopeus oli alle 65 km/h. Päiväliikenteessä noin 7 % tiejakson läpi kulkeneista ajoneuvoista pysähtyi matkalla. Viikonloppuliikenteessä vastaava osuus oli 3–5 %. Päivällä ja perjantaina keskimääräinen pysähdysaika oli noin 17 min ja sunnuntaina noin 13 min. Perjantaina tarkasteluväli oli 10,6 km ja tieosuudella oli yksi huoltoasema/levähdysalue ja yksi liittymä. Päivällä ja sunnuntaina tarkasteluväli oli 16,3 km ja tieosuudella oli yksi tavallinen levähdysalue, yksi huoltoasema/levähdysalue sekä yksi liittymä.

## 5 LIIKENNEVIRRAN PERUSYHTÄLÖN KUVAAJAT

### 5.1 Nopeus ja tiheys

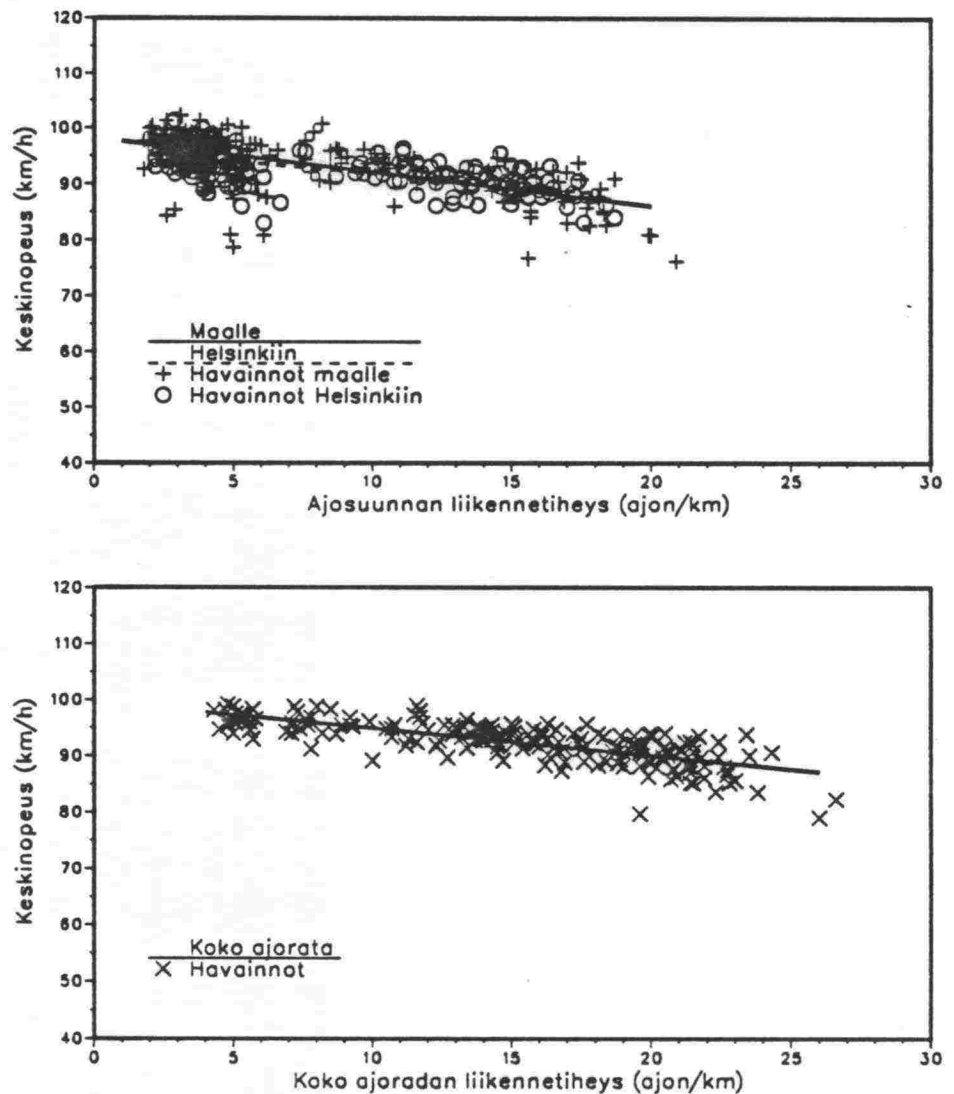
Kaikki keskinopeuden, liikennemäärän ja liikennetiheyden väliset riippuvaisuudet perustuvat pistemittauksiin. Keskinopeuden ja liikennetiheyden riippuvaisuutta kuvaavat pisteistöt on esitetty *liitteessä 12*. Liikennetiheys ( $d$ ) on laskettu liikennevirran perusyhtälön avulla ( $q = v_s \times d$ ). Kuvien mukaan keskinopeus laskee liikennetiheyden kasvaessa erityisesti niissä mittauspisteissä, joissa on esiintynyt häiriöitä.

Kuvassa 4 on esitetty keskinopeuden riippuvaisuus liikennetiheydestä eri mittauspisteiden osalta ja kuvassa 5 koko aineiston osalta. Kuvaan 5 on myös piirretty havainnot. Regressiosuorien kertoimet on esitetty taulukossa 3. Poikkeukselliset havainnot on poistettu regressioanalyysistä, joten aineistoon on voitu sovittaa lineaarinen regressiosuora.



Kuva 4: Matkajakauman keskinopeus liikennetiheyden funktiona eri mittauspisteissä, analysaattoriaineisto.

Mittauspisteestä riippuen koko ajoradan keskinopeus laskee liikennetiheyden funktiona 3,3–7,8 km/h liikennetiheyden kasvaessa 10 ajon/km. Koko aineistolle lasku oli 4,8 km/h. Selitysasteet vaihtelivat välillä 36,2–68,3 % ja koko aineistolla selitysaste oli 56,7 %. Regressiosuorien vakioiden arvot vaihtelivat välillä 97,7–104,5 km/h ja koko aineistolle laskettu vakio oli koko ajoradan osalta 99,7 km/h.



Kuva 5: Matkajakauman keskinopeus liikennetiheyden funktiona, koko analysointiaineisto.

Tarkasteltaessa vain toista suuntaa keskinopeuden lasku oli 2,4–7,4 km/h liikennetiheyden kasvaessa 10 ajon/km. Regressioyhtälöiden selitysasteet vaihtelivat välillä 17,6–60,0 %. Kaikissa mittauspisteissä keskinopeuden lasku oli suurempi maalle päin kuin Helsinkiin päin kulkeneessa liikenteessä. Koko aineistolle saatiin nopeuden laskuksi 6,1 km/h maalle päin ja 4,4 km/h Helsinkiin päin liikennetiheyden kasvaessa 10 km/h. Selitysasteet olivat vastaavasti 41,8 % ja 41,4 %. Regressiosuorien vakioiden arvot



vaihtelivat suuntien osalta välillä 94,1–99,2 km/h. Suunnassa maalle päin vakion arvo oli 98,2 km/h ja Helsinkiin päin 96,3 km/h.

**Taulukko 3:** Matkajakauman keskinopeus ( $v_s$ ) liikennetiheyden ( $d$ ) funktiona, analysointiaineisto.

Malli:  $v_s = a + b \times d$

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste R <sup>2</sup>	Ha- vainto- jen lkm	d:n vaihtelu
1	Järvenpää	Maalle	99,17	-0,5759	0,4764	53	2,4-19,9
		Helsinkiin	94,06	-0,2340	0,1757	53	3,0-17,4
		Yhteensä	97,68	-0,3252	0,3616	53	6,9-26,6
2	Mäntsälä	Maalle	98,24	-0,7351	0,3871	57	3,0-20,9
		Helsinkiin	97,39	-0,5611	0,6001	57	2,8-18,7
		Yhteensä	104,49	-0,7805	0,6832	57	8,0-26,0
3	Orimattila	Maalle	95,87	-0,4617	0,3924	54	1,8-20,0
		Helsinkiin	97,12	-0,4432	0,5368	54	2,0-18,4
		Yhteensä	98,84	-0,4336	0,6152	54	4,8-23,8
4	Nastola	Maalle	99,06	-0,5600	0,4363	46	1,8-12,8
		Helsinkiin	96,28	-0,5335	0,3056	46	2,2-13,4
		Yhteensä	99,52	-0,4714	0,5738	46	4,3-18,8
1-4	Koko aineisto	Maalle	98,20	-0,6092	0,4177	210	1,8-20,9
		Helsinkiin	96,26	-0,4389	0,4140	210	2,0-18,7
		Yhteensä	99,66	-0,4804	0,5665	210	4,3-26,6

## 5.2 Nopeus ja liikennemäärä

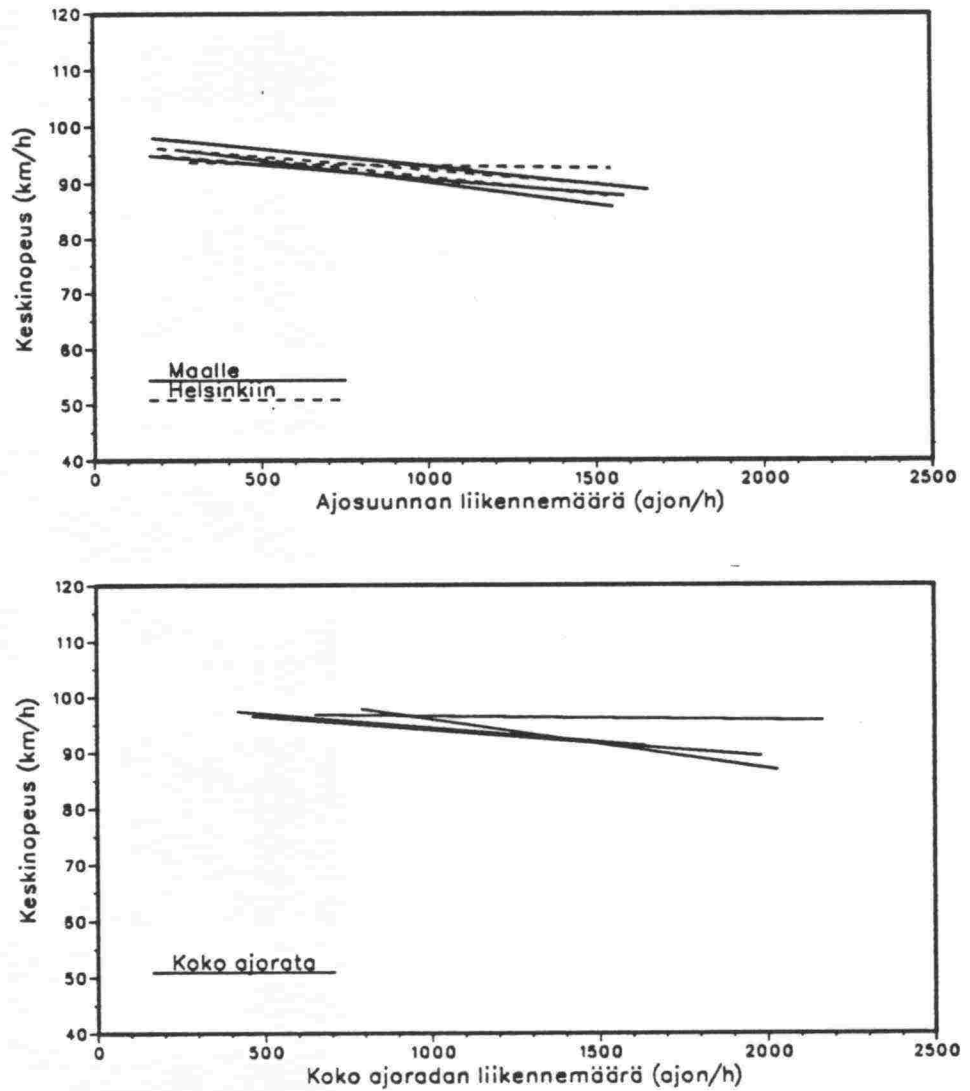
### 5.2.1 Keskinopeus ja liikennemäärä

Keskinopeuden ja liikennemäärän riippuvaisuutta kuvaavat pisteistöt on esitetty liitteessä 12. Kuvien mukaan keskinopeus laskee lähes suoraviivaisesti liikennemäärän kasvaessa. Häiriöpisteissä voidaan havaita lievää epälineaarisuutta suurilla liikennemäärillä.

Poikkeukselliset havainnot poistettiin ennen analyysyä ja pisteistöihin sovitettiin lineaariset regressiosuorat. Regressiosuorat on esitetty kuvassa 6 eri mittauspisteiden osalta ja kuvassa 7 koko aineiston osalta. Kuvaan 7 on myös piirretty havainnot. Regressiosuorien kertoimet on esitetty taulukossa 4.

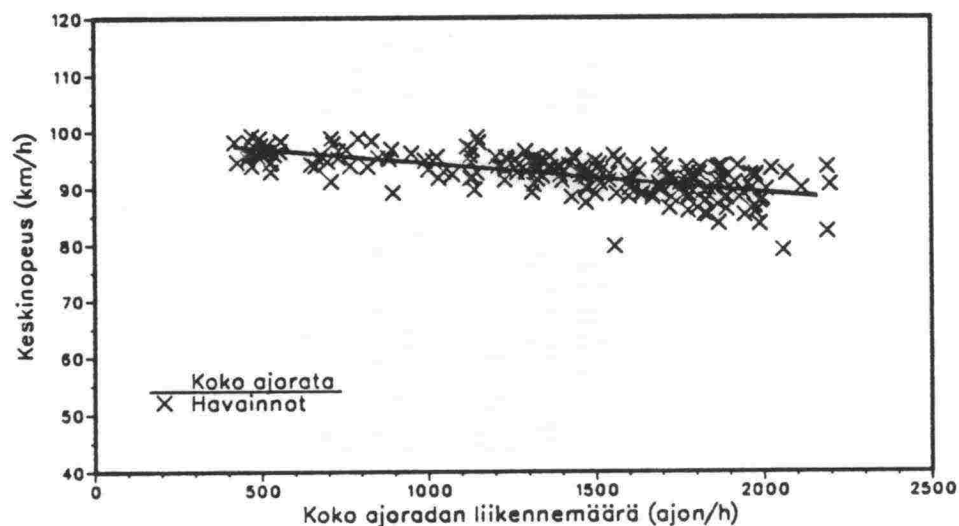
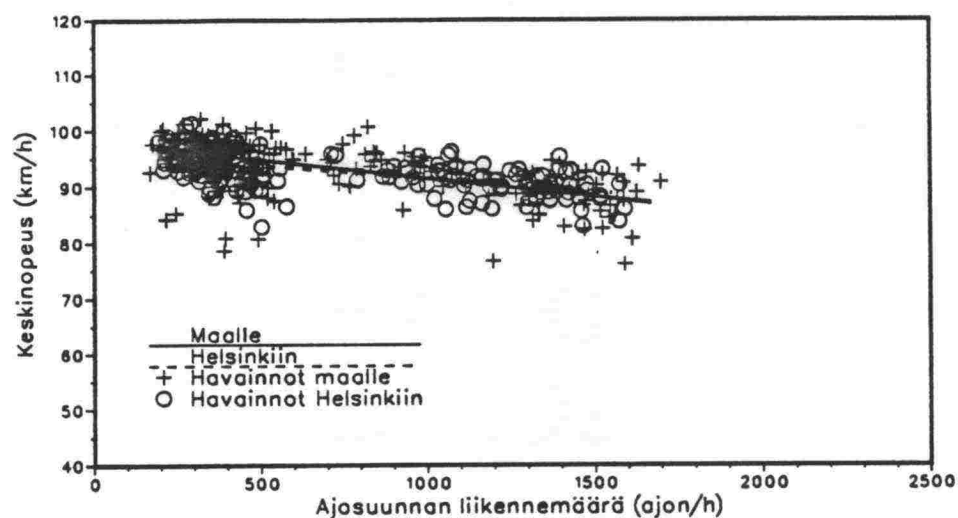
Koko ajoradan osalta keskinopeus laskee liikennemäärän funktiona 0,7–8,8 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Mallien selitysasteet olivat 27,5–54,8 %. Koko aineistolle keskinopeuden laskuksi saatiin 5,1 km/h ja

selitysasteeksi 47,3 %. Vapaa nopeus (regressiosuorien vakioiden arvot) vaihteli välillä 97,3–104,8 km/h. Koko aineiston vapaaksi nopeudeksi saatiin 99,5 km/h.



Kuva 6: Matkajakauman keskinopeus liikennemäärän funktiona eri mittauspisteissä, analysointiaineisto.

Suunnittaiset keskinopeudet laskevat 0,8–7,8 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h ja selitysasteet ovat 14,7–56,1 %. Kaikissa mittauspisteissä keskinopeuden lasku oli jyrkempää maalle päin kuin Helsinkiin päin. Koko aineiston osalta keskinopeuden lasku oli 6,5 km/h maalle päin ja 4,7 km/h Helsinkiin päin. Regressiomallin selitysaste oli 34,9 % maalle päin ja 37,3 % Helsinkiin päin. Vapaa nopeus vaihteli välillä 95,7–99,2 km/h suunnassa maalle päin ja välillä 93,9–97,5 km/h Helsinkiin päin. Vapaa nopeus oli suurempi maalle päin kaikissa mittauspisteissä paitsi Orimattilan mittauspisteessä. Koko aineiston osalta vapaa nopeus maalle päin oli 98,1 km/h ja Helsinkiin päin 96,2 km/h.



Kuva 7: Matkajakauman keskinopeus liikennemäärän funktiona, koko analysointialue.

Pistemittauksista saadut keskinopeudet olivat hieman korkeampia kuin rekisteritunnustutkimuksesta saadut keskimääräiset matkanopeudet. Keskinopeuden lasku liikennemäärän funktiona oli kuitenkin melkein sama.



**Taulukko 4:** Matkajakauman keskinopeus ( $v_s$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.

$$\text{Malli: } v_s = a + b \times q$$

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste R <sup>2</sup>	Ha- vainto- jen lkm	q:n vaihtelu
1	Järvenpää	Maalle	99,16	-0,0062	0,4168	53	238-1697
		Helsinkiin	93,92	-0,0008	0,1469	53	286-1574
		Yhteensä	97,25	-0,0007	0,2750	53	650-2198
2	Mäntsälä	Maalle	97,96	-0,0078	0,2932	57	295-1590
		Helsinkiin	97,46	-0,0063	0,5613	57	278-1573
		Yhteensä	104,76	-0,0088	0,5482	57	792-2058
3	Orimattila	Maalle	95,74	-0,0050	0,3385	54	168-1612
		Helsinkiin	97,12	-0,0048	0,4972	54	192-1590
		Yhteensä	98,70	-0,0047	0,5402	54	464-2008
4	Nastola	Maalle	99,04	-0,0059	0,4045	46	176-1167
		Helsinkiin	96,12	-0,0055	0,2553	46	208-1164
		Yhteensä	99,45	-0,0050	0,5140	46	420-1670
1-4	Koko aineisto	Maalle	98,08	-0,0065	0,3494	210	168-1697
		Helsinkiin	96,20	-0,0047	0,3729	210	192-1590
		Yhteensä	99,46	-0,0051	0,4734	210	420-2198

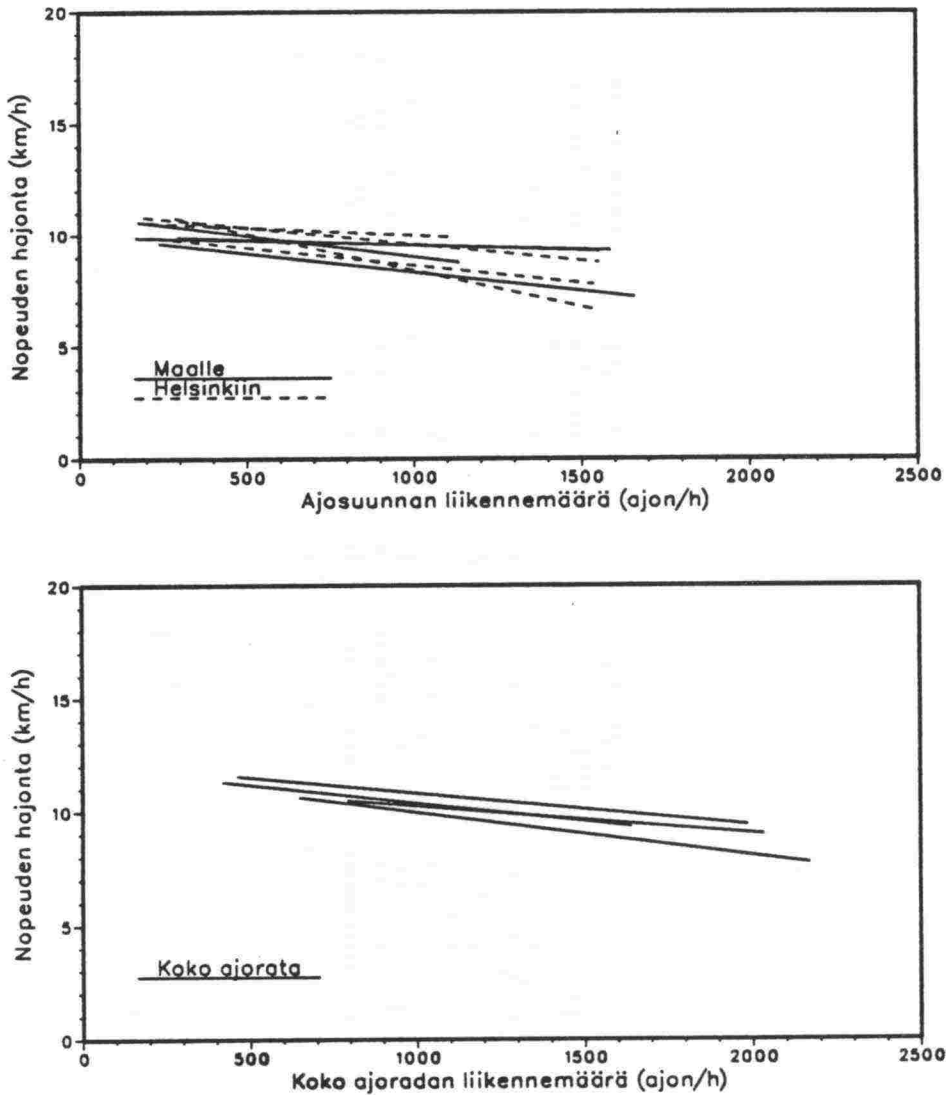
## 5.2.2 Nopeuden keskihajonta ja liikennemäärä

Nopeusjakauman keskihajonnan riippuvaisuus liikennemäärästä on esitetty *liitteessä 13*. Kuvien mukaan nopeusjakauman keskihajonta vaihteli yleensä välillä 5–15 km/h. Hajonta näyttää pienenevän jonkin verran liikennemäärän kasvaessa ja pienillä liikennemäärillä keskihajonnan vaihtelualue oli hieman suurempi kuin suurilla liikennemäärillä.

Pisteistöihin sovitettut regressiosuorat on esitetty *kuvassa 8* eri mittauspisteiden osalta ja *kuvassa 9* koko aineiston osalta. *Kuvaan 9* on myös piirretty havainnot. Suorien kertoimet on esitetty *taulukossa 5*. Poikkeukselliset havainnot on poistettu ennen regressioanalyysiä. Kaikki regressiosuorat ovat loivasti laskevia.

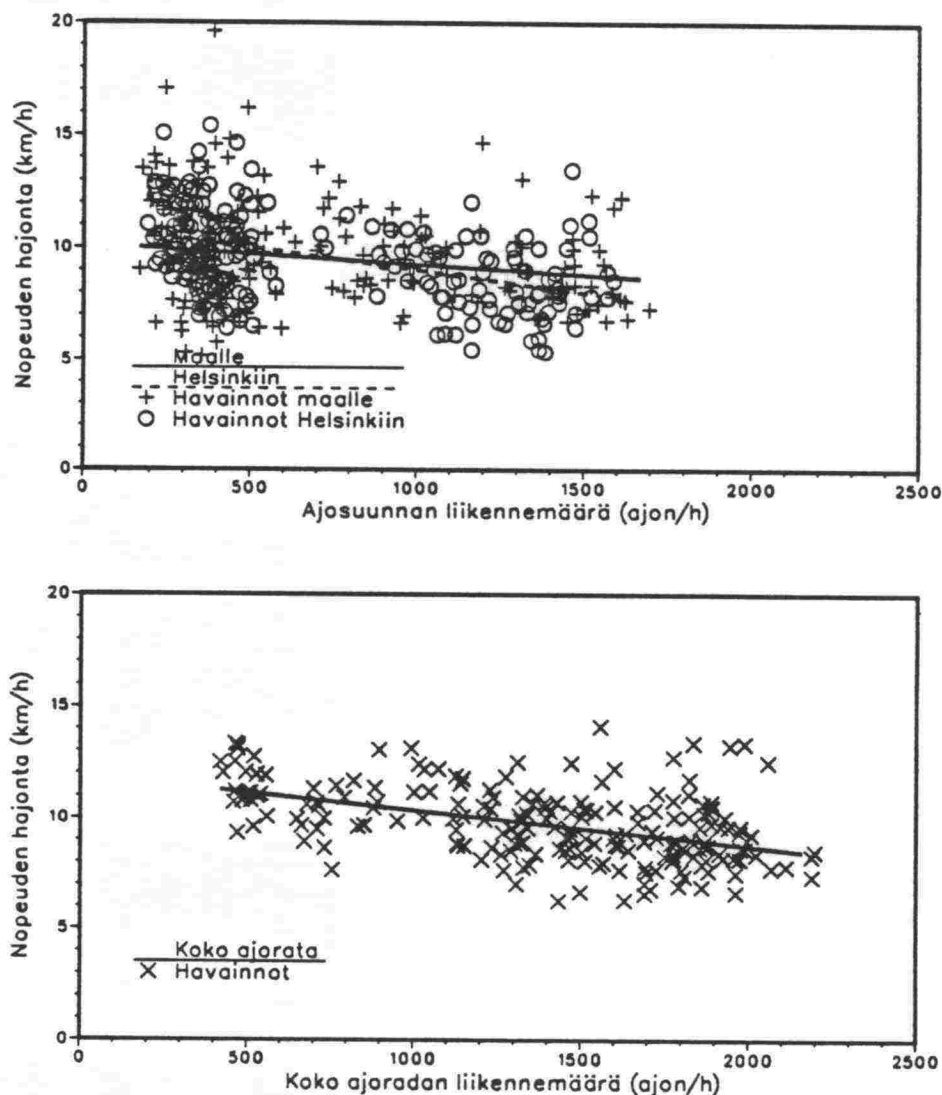
Koko ajoradan osalta hajonnan lasku vaihteli välillä 1,2–1,9 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Mallien selitysasteet olivat 5,9–40,4 %. Mäntsälän mittauspisteelle laskettu malli ei ollut tilastollisesti hyväksyttävissä. Tämä tarkoittaa sitä, että riippuvaisuus liikennemäärästä on hyvin vähäinen, eli regressiosuora on lähes vaakasuorassa. Vakiodien arvot vaihtelivat välillä 11,5–12,2 km/h. Kun kaikki mittauspisteet yhdistettiin, hajonnan lasku oli 1,6 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h ja vakion arvo oli 11,9

km/h. Koko aineiston selitysaste oli 21,2 %.



Kuva 8: Nopeusjakauman keskihajonta liikennemäärän funktiona eri mittauspisteissä, analysaattoriaineisto.

Suunnitteisessa liikenteessä nopeusjakauman keskihajonta laski 0,5–3,3 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Vakioiden arvot vaihtelivat välillä 10,0–12,2 km/h ja selitysasteet välillä 0,6–39,6 %. Maalle päin Järvenpään mittauspiste oli kuitenkin ainoa, jossa nopeuden keskihajonnan riippuvaisuus liikennemäärästä varmasti voitiin todeta. Helsinkiin päin Nastolan mittauspisteessä ei havaittu riippuvaisuutta liikennemäärästä. Kun mittauspisteet yhdistettiin, hajonnan laskuksi saatiin 0,9 km/h maalle päin ja 2,0 km/h Helsinkiin päin. Maalle päin vakion arvo oli 10,2 km/h ja selitysaste 3,5 %. Vastaavat luvut Helsinkiin päin olivat 11,0 km/h ja 21,3 %.



Kuva 9: Nopeusjakauman keskihajonta liikennemäärän funktiona, koko analysointimateriaali.

Pistemittauksista saadut nopeuksien keskihajonnat olivat suurempia kuin rekisteritunnustutkimuksesta saadut matkanopeuksien keskihajonnat. Pistemittaukset olivat eri päiviltä kuin rekisteritunnusmittaukset, mutta niiden liikennemäärät olivat kuitenkin samaa suuruusluokkaa.



Taulukko 5: Nopeusjakauman keskihajonta ( $\sigma_v$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysointitietoina.

Malli:  $\sigma_v = a + b \times q$

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste R <sup>2</sup>	Ha- vainto- jen lkm	q:n vaihtelu
1	Järvenpää	Maalle	10,03	-0,0017	0,2064	53	238-1697
		Helsinkiin	11,72	-0,0033	0,3957	53	286-1574
		Yhteensä	11,87	-0,0019	0,4037	53	650-2198
2	Mäntsälä	Maalle	10,06	-0,0005	0,0058	57	295-1590
		Helsinkiin	10,24	-0,0016	0,1385	57	278-1573
		Yhteensä	11,45	-0,0012	0,0592	57	792-2058
3	Orimattila	Maalle	9,95	-0,0004	0,0065	54	168-1612
		Helsinkiin	11,10	-0,0015	0,2117	54	192-1590
		Yhteensä	12,21	-0,0014	0,2457	54	464-2008
4	Nastola	Maalle	10,93	-0,0019	0,1090	46	176-1167
		Helsinkiin	10,69	-0,0017	0,0215	46	208-1164
		Yhteensä	11,98	-0,0016	0,1877	46	420-1670
1-4	Koko aineisto	Maalle	10,17	-0,0009	0,0350	210	168-1697
		Helsinkiin	11,02	-0,0020	0,2126	210	192-1590
		Yhteensä	11,94	-0,0016	0,2123	210	420-2198

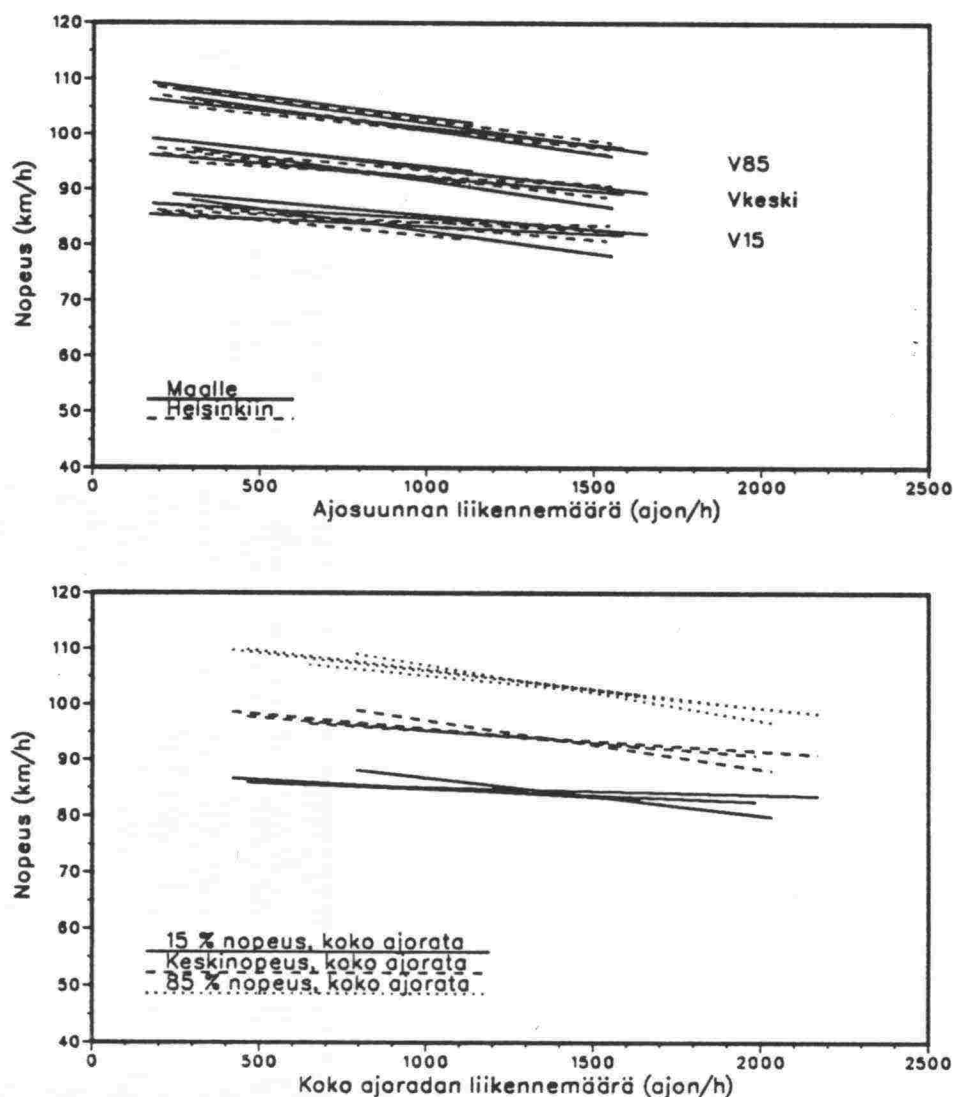
### 5.2.3 Prosenttinopeudet (15 ja 85 %) ja liikennemäärä

Liikennemäärän vaikutusta 15 ja 85 %:n nopeuksiin on tarkasteltu liitteessä 14. Vertailun vuoksi kuvissa on myös esitetty aikajakauman keskinopeuden ( $v$ ) ja liikennemäärän riippuvaisuutta kuvaavat pisteistöt ja regressiosuorat. Regressioanalyysin mukaiset suorat on esitetty kuvassa 10 ja regressioker-toimet taulukoissa 6–8.

Kuvista ja taulukoista nähdään, että pienillä liikennemäärillä 85 %:n nopeudet ovat vähän yli 10 km/h suurempia kuin keskinopeudet. Liikennemäärän kasvaessa ero pienenee ja 85 %:n regressiosuorat lähenevät keskinopeuden suoria. Liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h ajosuunnan 85 %:n nopeus laskee 1,3–2,7 km/h enemmän kuin keskinopeus. Poikkeuksena on Mäntsälän mittauspiste suunnassa maalle päin, missä 85 %:n ja keskinopeuden lasku ovat lähes samat. Kaikissa mittauspisteissä ja erityisesti vt 4:n pisteis-sä 85 %:n nopeudet lähenevät keskinopeuksia jyrkemmin Helsinkiin päin kuin maalle päin. Koko ajoradan osalta 85 %:n nopeudet pienenevät 1,1–2,3 km/h enemmän kuin keskinopeudet liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h.

Pienillä liikennemäärillä 15 %:n nopeudet ovat vähän yli 10 km/h pienempiä

kuin keskinopeudet. 15 %:n nopeudet laskevat loivemmin kuin keskinopeudet liikennemäärän kasvaessa. Ajosuunnan 15 %:n nopeus laskee 0,5–2,9 km/h vähemmän ja koko ajoradan nopeus 2,1–2,4 km/h vähemmän kuin keskinopeus liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Maalle päin ja koko ajoradan osalta 15 %:n suorat lähestyvät keskinopeuden suoria nopeammin kuin 85 %:n suorat. Helsinkiin päin tilanne on yleensä päinvastainen.



Kuva 10: Aikajakauman keskinopeus sekä 15 ja 85 %:n nopeudet liikennemäärän funktiona eri mittauspisteissä, analysaattoriaineisto.

Rekisteritunnusaineiston osalta prosenttinopeudet on katsottu matkanopeusjakaumasta. Liitteen 11 kuvien mukaan 15 %:n matkanopeus on 80–85 km/h päiväliikenteessä ja noin 80 km/h viikonloppuliikenteessä. 85 %:n matkanopeus on 95–100 km/h päiväliikenteessä ja 90–95 km/h viikonloppuliikenteessä.

Taulukko 6: 15 %:n nopeus ( $v_{15}$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysointiaineisto.

Malli:  $v_{15} = a + b \times q$

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste $R^2$	Ha- vainto- jen lkm	q:n vaihtelu
1	Järvenpää	Maalle	90,33	-0,0050	0,2701	53	238-1697
		Helsinkiin	85,08	-0,0010	0,0232	53	286-1574
		Yhteensä	86,30	-0,0013	0,0462	53	650-2198
2	Mäntsälä	Maalle	90,46	-0,0080	0,3633	57	295-1590
		Helsinkiin	88,13	-0,0048	0,3426	57	278-1573
		Yhteensä	93,31	-0,0066	0,3196	57	792-2058
3	Orimattila	Maalle	85,94	-0,0026	0,0457	54	168-1612
		Helsinkiin	86,77	-0,0027	0,1634	54	192-1590
		Yhteensä	86,88	-0,0022	0,1384	54	464-2008
4	Nastola	Maalle	87,98	-0,0032	0,0929	46	176-1167
		Helsinkiin	87,07	-0,0054	0,2155	46	208-1164
		Yhteensä	87,93	-0,0031	0,1637	46	420-1670
1-4	Koko aineisto	Maalle	88,65	-0,0048	0,1668	210	168-1697
		Helsinkiin	86,62	-0,0031	0,1601	210	192-1590
		Yhteensä	87,82	-0,0028	0,1562	210	420-2198



**Taulukko 7:** Aikajakauman keskinopeus ( $v_f$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.

Malli:  $v_f = a + b \times q$

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste R <sup>2</sup>	Ha- vainto- jen lkm	q:n vaihtelu
1	Järvenpää	Maalle	100,40	-0,0066	0,5110	53	238-1697
		Helsinkiin	95,72	-0,0033	0,3011	53	286-1574
		Yhteensä	98,94	-0,0037	0,3779	53	650-2198
2	Mäntsälä	Maalle	100,01	-0,0085	0,4950	57	295-1590
		Helsinkiin	98,47	-0,0064	0,5895	57	278-1573
		Yhteensä	105,90	-0,0088	0,6303	57	792-2058
3	Orimattila	Maalle	97,09	-0,0049	0,3955	54	168-1612
		Helsinkiin	98,40	-0,0050	0,5433	54	192-1590
		Yhteensä	99,93	-0,0046	0,5877	54	464-2008
4	Nastola	Maalle	100,25	-0,0061	0,4712	46	176-1167
		Helsinkiin	97,64	-0,0059	0,3491	46	208-1164
		Yhteensä	100,84	-0,0052	0,5801	46	420-1670
1-4	Koko aineisto	Maalle	99,48	-0,0067	0,4612	210	168-1697
		Helsinkiin	97,60	-0,0051	0,4613	210	192-1590
		Yhteensä	100,82	-0,0052	0,5472	210	420-2198

Taulukko 8: 85 %:n nopeus ( $v_{85}$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysointiaineisto.

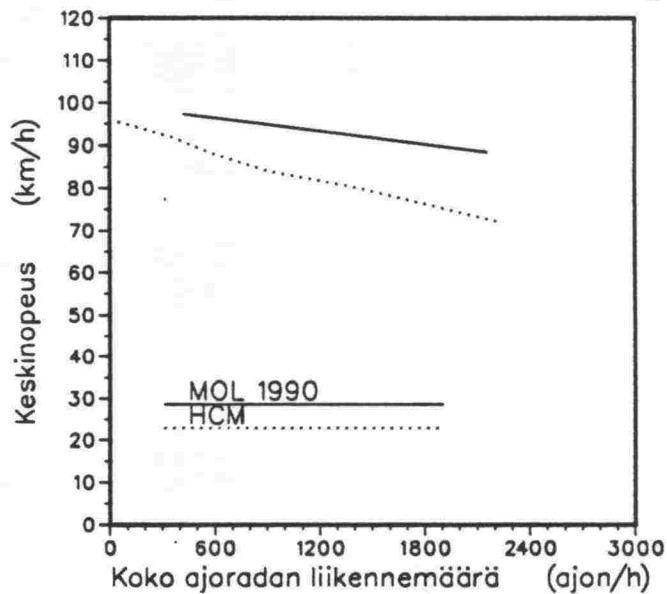
$$\text{Malli: } v_{85} = a + b \times q$$

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste $R^2$	Ha- vainto- jen lkm	q:n vaihtelu
1	Järvenpää	Maalle	110,13	-0,0081	0,6382	53	238-1697
		Helsinkiin	106,63	-0,0060	0,5231	53	286-1574
		Yhteensä	110,76	-0,0057	0,6022	53	650-2198
2	Mäntsälä	Maalle	109,10	-0,0084	0,5557	57	295-1590
		Helsinkiin	108,63	-0,0080	0,6164	57	278-1573
		Yhteensä	116,88	-0,0099	0,7908	57	792-2058
3	Orimattila	Maalle	107,41	-0,0062	0,4494	54	168-1612
		Helsinkiin	110,09	-0,0075	0,7466	54	192-1590
		Yhteensä	113,09	-0,0069	0,8106	54	464-2008
4	Nastola	Maalle	110,71	-0,0076	0,5175	46	176-1167
		Helsinkiin	108,60	-0,0075	0,5112	46	208-1164
		Yhteensä	112,51	-0,0066	0,7914	46	420-1670
1-4	Koko aineisto	Maalle	109,42	-0,0078	0,5416	210	168-1697
		Helsinkiin	108,64	-0,0074	0,6085	210	192-1590
		Yhteensä	112,91	-0,0071	0,7530	210	420-2198

## 5.2.4 Vertailu vuoden 1985 HCM:n käyrään

Amerikkalaisen vuoden 1985 Highway Capacity Manualin (HCM 1985) mukaan keskimääräinen matkanopeus laskee noin 8 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h olosuhteiden ollessa ihanteelliset. Jos todelliset liikenneolosuhteet, eli liikenteen koostumus, suuntajakauma ja tieolosuhteet, otetaan huomioon keskinopeuden lasku on jopa nopeampaa. Kuvaan 11 on HCM:n korjatun käyrän lisäksi piirretty kuvan 7 mukainen regressiosuora koko aineiston osalta. Kuvasta näkee selvästi, että HCM:n käyrä laskee jyrkemmin kuin tässä tutkimuksessa pistemittauksista laskettu regressiosuora.

Rekisteritunnustutkimuksesta saatu yhteys matkanopeuden ja liikennemäärän välillä koski vain yksisuuntaista liikennettä, joten sitä ei voi suoraan verrata HCM:n käyrään, joka on ilmoitettu vain koko ajoradan liikenteelle. Matkanopeus oli hieman pienempi kuin pistemittauksista saatu keskinopeus mutta nopeuden lasku liikennemäärän funktiona oli käytännössä sama. Vapaa matkanopeus (95,9 km/h) vastasi kuitenkin likimain HCM:n mukaista arvoa.



Kuva 11: Keskinopeuden riippuvaisuus koko ajoradan liikennemäärästä, vertailu HCM:ään, analyysointiaineisto.

### 5.3 Liikennemäärä ja tiheys

Liikennetiheys ( $d$ ) laskettiin liikennevirran perusyhtälön ( $q = v_s \times d$ ) avulla. Liikennemäärän ja liikennetiheyden välinen riippuvaisuus on tästä syystä lähes lineaarinen. Liikennemäärä—liikennetiheyspisteistöt on esitetty liitteessä 12. Suurilla liikennemäärillä ja liikennetiheyksillä pisteiden hajonta lisääntyi hieman mutta on kuitenkin vaikea sanoa onko kriittistä liikennetiheyttä saavutettu vai ei.



## 6 OHITUKSET

### 6.1 Ohitusten määrä ja jakaumat

Ohitus on aktiivinen ohittavan ajoneuvon kannalta ja passiivinen ohitettavan ajoneuvon kannalta. Aktiivisia ja passiivisia ohituksia on siis yhtä paljon. Aktiivisten ja passiivisten ohitusten jakaumat on esitetty *liitteessä 15*.

Kuvien mukaan suurin osa ajoneuvoista ei tehnyt ainuttakaan ohitusta tutkituilla tiejaksoilla (10,6 km ja 16,3 km). Noin 35–50 % ajoneuvoista ohitti 1–3 ajoneuvoa ja enemmän kuin 3 ajoneuvoa ohitettiin hyvin harvoin.

### 6.2 Ohitustiheys ja liikennemäärä

Liikennevirran ohitustiheydellä tarkoitetaan ohitusten lukumäärää aika- ja pituusyksikköä kohti. Yksittäisen ajoneuvon ohitustiheydellä tarkoitetaan ohitusten lukumäärää ajoneuvoa ja pituusyksikköä kohti, eli se saadaan jakamalla liikennevirran ohitustiheys liikennemäärällä.

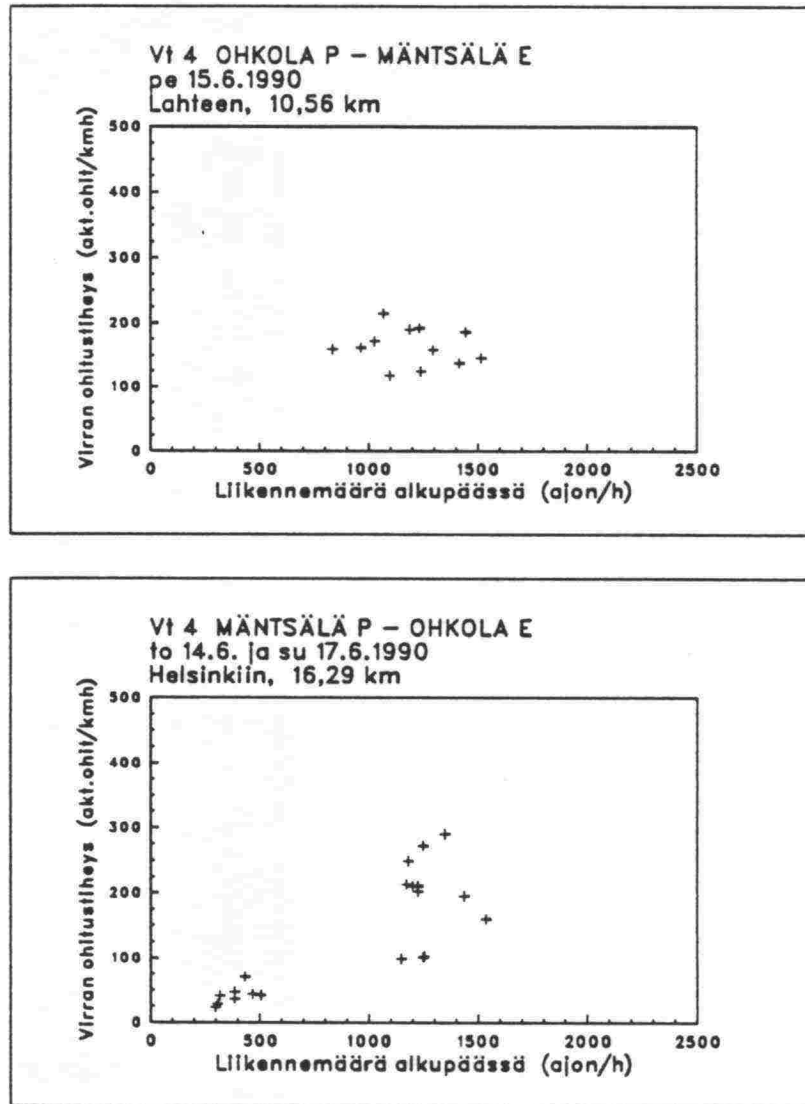
Liikennevirran ohitustiheyden ja liikennemäärän riippuvaisuutta kuvaavat pisteistöt on esitetty *kuvassa 12*. *Kuvassa 13* on puolestaan esitetty ohitusten lukumäärä ajoneuvoa ja kilometriä kohti. Kuvat on piirretty aktiivisten ohitusten osalta. Kuvien mukaan liikennevirran ohitustiheys on vaihdellut melko paljon ja erityisesti sunnuntailikenteessä. Suurilla liikennemäärillä ohitustiheys on tietysti ollut suurempi kuin pienillä liikennemäärillä päiväliikenteessä. Vaihtelut ovat olleet noin 25–75 aktiivista ohitusta/kmh päiväliikenteessä (16,3 km), 100–225 akt.ohit/kmh perjantailikenteessä (10,6 km) ja 100–300 akt.ohit/kmh sunnuntailikenteessä (16,3 km). Yksittäisen ajoneuvon ohitustiheys vaihteli myös paljon. Päiväliikenteessä yksittäisen ajoneuvon ohitustiheys vaihteli noin 0,08–0,17 akt.ohit/ajonkm. Perjantailikenteessä vaihtelu oli 0,10–0,20 ja sunnuntailikenteessä 0,08–0,22 akt.ohit/ajonkm.

Teorian mukaan (Wardrop 1952 ja Tekniikan käsikirja 6 1975) ohitusten lukumäärä, jos kaikki ohitukset voidaan suorittaa, (ohitustarve) on suoraan verrannollinen liikennemäärän neliöön ja nopeuden keskihajontaan ja kääntäen verrannollinen matkajakauman keskinopeuden neliöön, jos nopeusjakauma on normaali. Wardropin yhtälö on

$$O_t = \frac{q^2 \sigma_s}{v_s^2 \sqrt{\pi}} \quad (8)$$

missä

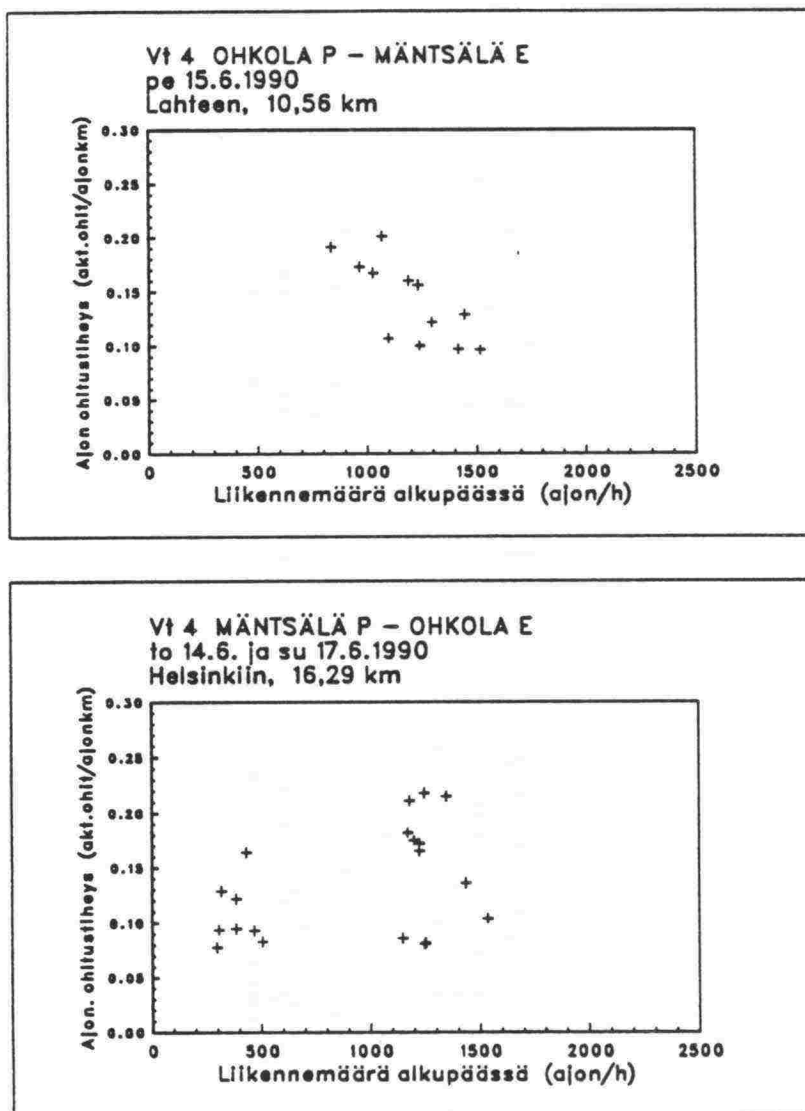
- $O_t$  = ohitusten määrä/kmh (ohitustarve)
- $q$  = liikennemäärä (ajon/h)
- $\sigma_s$  = nopeuksien keskihajonta (km/h) ja
- $v_s$  = matkajakauman keskinopeus (km/h).



Kuva 12: Liikennevirran ohitustiheyden riippuvaisuus ajosuunnan liikennemäärästä, rekisteritunnusaineisto.

Käytännössä ei kaikkia ohituksia tietenkään voida suorittaa, joten ohitustiheys suurilla liikennemäärillä alenee. Teorian periaatetta voidaan havainnollistaa *kuvalla 14*, joka on peräisin jo vuoden 1950 HCM:stä. Kuvassa on oletettu, että 2/3 liikenteestä kulkee toiseen suuntaan.

*Kuvassa 15* on esitetty sekä havaitut liikennevirran ohitustiheydet että Wardropin yhtälön avulla lasketut ohitustarpeet. Laskelmissa on käytetty niiden ajoneuvojen nopeusjakaumaa, joiden aikaväli edellä ajavaan oli suurempi kuin 5 s (vapaat ajoneuvot) tiejakson alkupäässä päiväliikenteessä. Jakauma oli likimain normaali. Kuvasta nähdään kuitenkin, että todellinen ohitustiheys on selvästi pienempi kuin teorian avulla laskettu ohitustarve ja erityisesti suurilla liikennemäärillä.



Kuva 13: Ajoneuvon ohitustiheyden riippuvaisuus ajosuunnan liikennemäärästä, rekisteritunnusaineisto.

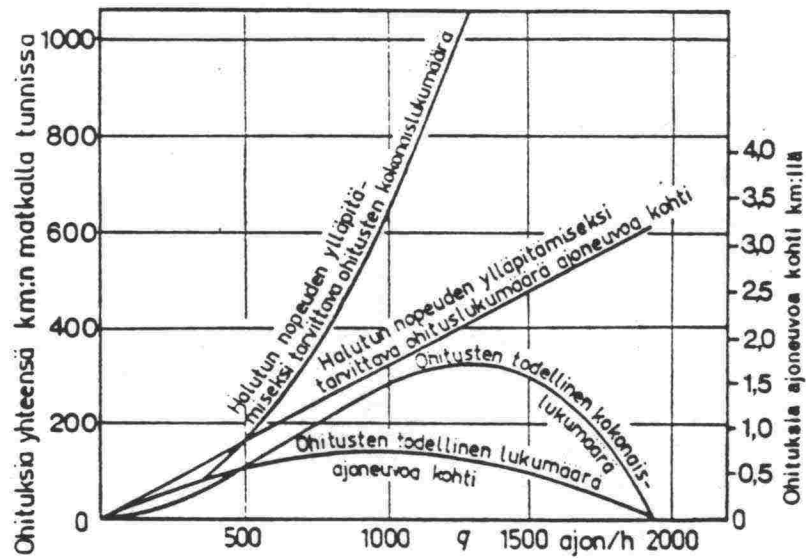
### 6.3 Ohitettavien ja ohittavien ajoneuvotyypit

Liitteen 15 aktiivisten ja passiivisten ohitusten jakaumakuvista nähdään myös miten ohitukset jakautuvat kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen välillä. Ohitettavien raskaiden ajoneuvojen osuus kaikista ajoneuvoista on suurempi kuin ohittavien raskaiden ajoneuvojen osuus kaikista ajoneuvoista.

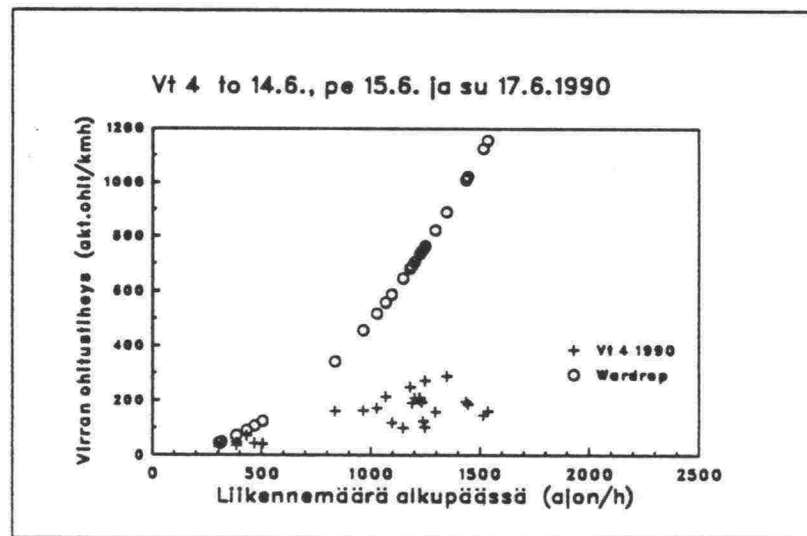
Eri ajoneuvotyyppien aktiivisten ja passiivisten ohitusmäärien summakäyrät on esitetty liitteessä 16 ja raskaiden ja kevyiden ajoneuvojen ohitusjakaumat liitteessä 17. Raskaat ajoneuvot ja varsinkin kuorma-autot ohittavat huomattavasti vähemmän kuin henkilöautot. Linja-autot ohittavat muita raskaita ajoneuvoja useammin. Sunnuntailiikenteessä raskaat ajoneuvot ovat tehneet ohituksia mutta niiden osuus kaikista ajoneuvoista on ollut vain noin neljä prosenttia. Passiivisia ohituksia tarkasteltaessa huomaa, että raskaita ajoneuvoja ohitetaan enemmän kuin henkilöautoja. Linja-autoja ohitetaan selvästi vähemmän kuin muita raskaita ajoneuvoja.



## OHITUKSET



Kuva 14: Aktiivisten ohitusten lukumäärän riippuvaisuus liikennemäärästä kaksikaistaisilla maanteilla (Tekniikan käsikirja 6 1975).



Kuva 15: Liikennevirran havaitun ohitustiheyden ja teoreettisesti lasketun ohitustarpeen (Wardrop) riippuvaisuus ajosuunnan liikennemäärästä.

Kun kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen ohitusjakaumia tarkastellaan erikseen (liite 17) nähdään, että mittauspäivästä riippuen noin 45–75 % raskaista ajoneuvoista ei ole tehnyt ainuttakaan ohitusta tutkittavalla tiejaksolla. Raskaita ajoneuvoja, joita ei ohitettu kertaakaan tutkitulla tiejaksolla on sitä vastoin vain 15–20 % kaikista raskaista ajoneuvoista.

## 7 AIKAVÄLIT

### 7.1 Bruttoaikavälijakaumat

#### Analysaattoriaineisto

Bruttoaikavälijakaumat piirrettiin mittauspisteittäin samoista aikajaksoista kuin nopeusjakaumat. Molemmille ajosuunnille piirrettiin eri liikennemäärillä sekä tiheys- että summakäyrät. *Liitteessä 18* on esitetty 15 min aikajaksoista piirretyt jakaumat ja *liitteessä 19* 60 min aikajaksoista piirretyt jakaumat. Jakaumia piirrettäessä aikavälit on luokiteltu 0,5 s luokkiin välillä 0,0–5,0 s ja siitä ylöspäin 1,0 s luokkiin 19 sekuntiin saakka. Viimeiseen luokkaan kuuluvat yli 19 s aikavälit. Kuvissa on myös esitetty kyseisen aikajakson aikavälien keskiarvo ja keskihajonta. Jos liikennevirrassa on aikajakson aikana esiintynyt häiriöitä, on siitä kuvassa maininta. Seuraavassa esitetyt johtopäätökset perustuvat kuvien silmämääräiseen tarkasteluun.

Tarkasteltaessa 15 min aikajaksoista piirrettyjä kuvia havaitaan, että aikavälien tiheyskäyrän huippu on yleensä 1–2 s välillä. Huipun korkeus on yleensä välillä 20–30 % ja se kasvaa liikennemäärän mukana, mutta erot ovat pieniä. Aikavälijakauman keskiarvo ja keskihajonta pienenevät luonnollisesti liikennemäärän kasvaessa. Summakäyriä tarkasteltaessa havaitaan, että noin 50–65 % aikaväleistä on lyhyempiä kuin 2 s, mikä 100 km tuntinopeudella vastaa 55 m matkaväliä. Lisäksi havaitaan, että tämä osuus ei vaihtelee kovinkaan paljon eri liikennemäärillä. Erisuuruisten liikennemäärien vaikutukset aikavälijakaumiin ilmenevät vasta suuremmilla aikaväleillä. Suurillakin liikennemäärillä esiintyy kuitenkin pitkiä aikavälejä ja yli 10 s aikavälejä esiintyy esim. liikennemäärällä 1200 ajon/h noin 5 %.

Kun aikavälijakaumia tarkastellaan 60 min aikajaksoissa, havaintoja on enemmän ja aikavälien keskihajonta on yleensä vähän suurempi kuin 15 min aikajaksoja tarkasteltaessa. Tiheyskäyrän huippu on noin 1,5 s ja huipun korkeus kasvaa nyt selvemmin liikennemäärän kasvaessa. Noin puolet aikaväleistä on lyhyempiä kuin 2 s.

#### Rekisteritunnusaineisto

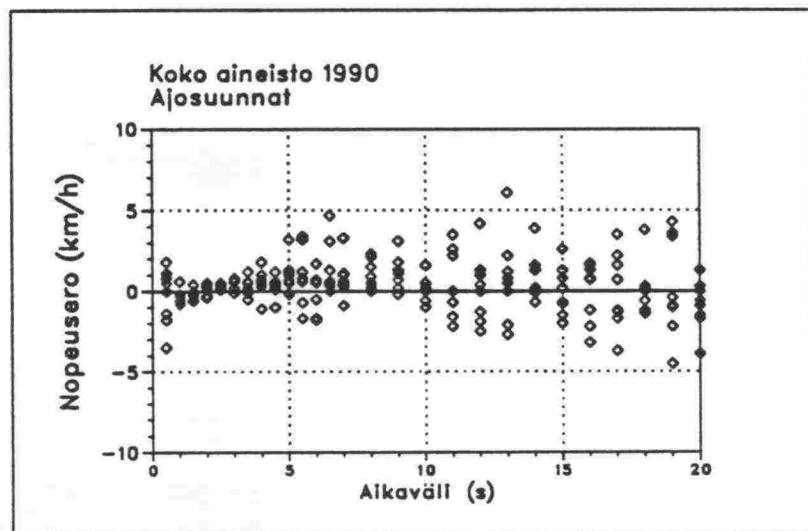
Aikavälijakaumia laskettiin myös rekisteritunnusaineiston pistekohtaisista tiedoista. Osa aikaväleistä oli poimittu videonauhoista sekunnin kymmenyksen tarkkuudella ja osa sekunnin tarkkuudella. Tarkkuus riittää aikavälijakaumien muotoa tarkasteltaessa. Tiheys- ja summakäyrät on piirretty liikennemäärän perusteella valituista 15 minuutin aikajaksoista ja ne on esitetty pisteittäin eri liikennemäärillä *liitteessä 20*.

Tiheyskäyrän huippu sijoittuu 1 ja 2 sekunnin väliin ja huipun korkeus kasvaa liikennemäärän kasvaessa. Viiikonloppuliikenteessä huipun arvo on selvästi suurempi Helsingin suuntaan (sunnuntaimittaus) kuin Lahden suuntaan (perjantaimittaus). Muuten analysaattorilla mitatut ja videonauhasta poimitut aikavälijakaumat ovat samanmuotoisia.



## 7.2 Aikavälit ja nopeudet

Peräkkäisten ajoneuvojen nopeuseron ja bruttoaikavälin riippuvaisuutta kuvaavat pistekohtaiset pisteistöt on esitetty *liitteessä 21* ja koko aineistoa kuvaava pisteistö *kuvassa 16*. Viimeiseen aikaväluokkaan kuuluvat yli 19 s aikavälit. Mitään selvää yhteyttä nopeuseron ja aikavälin välillä ei näytä olevan, mutta peräkkäisten ajoneuvojen nopeusero on yleensä alle 5 km/h. Alle viiden sekunnin aikavälillä nopeusero on hyvin pieni mutta suuremmilla aikaväleillä hajonta on varsin suuri. Alle puolen sekunnin aikavälillä ajavien ajoneuvojen nopeusero on yleensä suurempi kuin muiden pienillä aikavälillä ajavien ajoneuvojen nopeuserot. Syynä on ilmeisesti ohitustapahtuma.



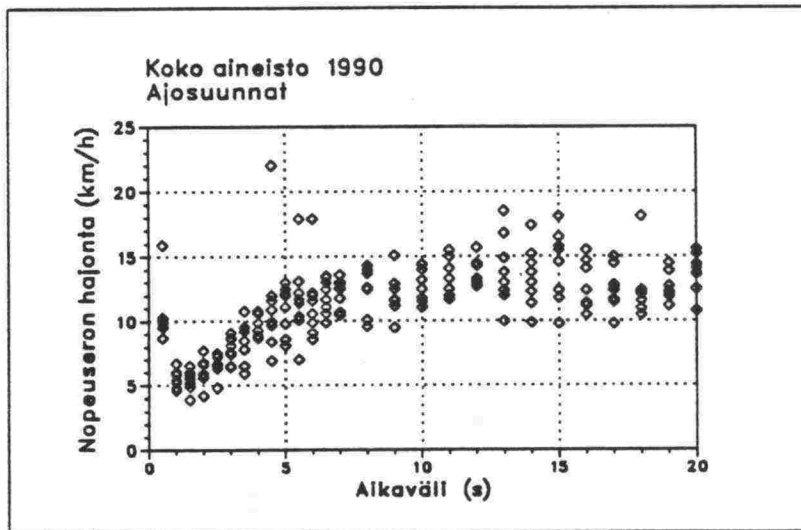
Kuva 16: Peräkkäisten ajoneuvojen nopeuseron riippuvaisuus bruttoaikavälistä, koko analysattoriaineisto.

Peräkkäisten ajoneuvojen nopeuseron hajonnan ja bruttoaikavälin riippuvaisuutta kuvaavat pistekohtaiset pisteistöt on esitetty *liitteessä 22* ja koko aineistoa kuvaava pisteistö *kuvassa 17*. Peräkkäisten ajoneuvojen nopeuseron hajonta kasvaa yleensä aikavälin kasvaessa. Pienillä aikaväleillä nopeuseron hajonta on yleensä alle 10 km/h ja suuremmilla aikaväleillä 10–20 km/h.

## 7.3 Vaarallisen lyhyet aikavälit

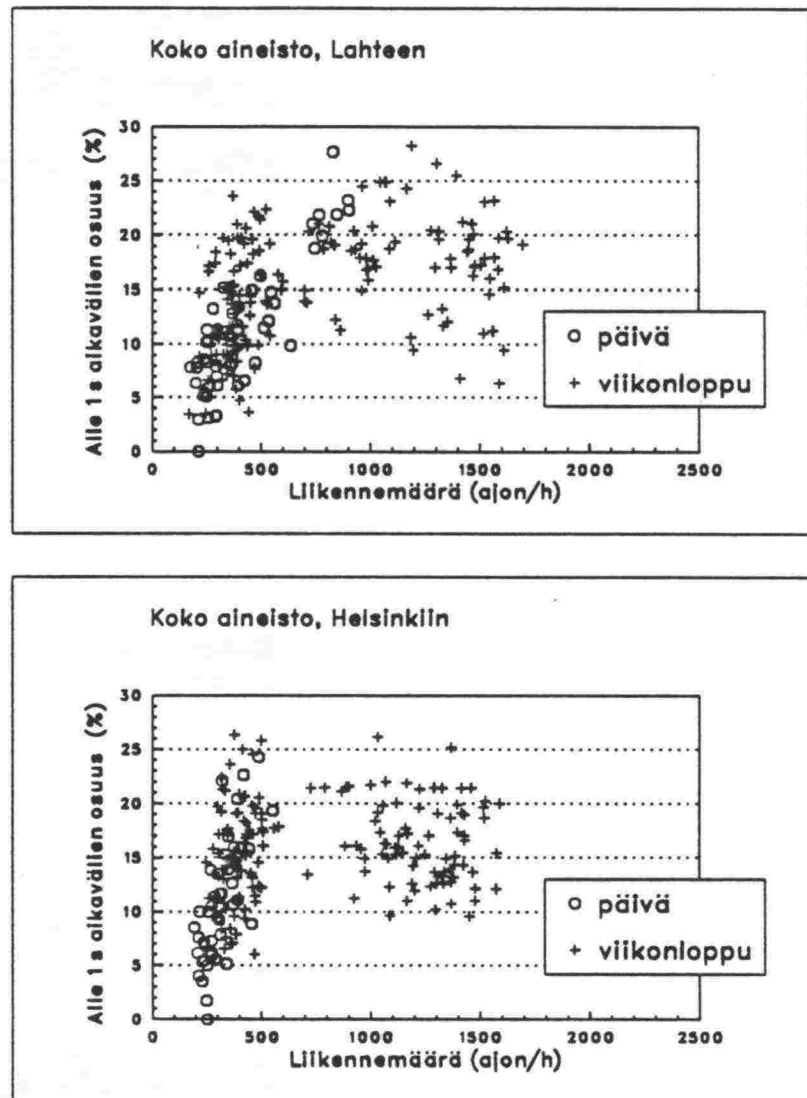
Peräkkäisten ajoneuvojen aikaväli katsotaan yleensä vaarallisen lyhyeksi, mikäli perässä ajava kuljettaja ei pysty pysähdyttämään ajoneuvoaan ajoissa törmäyksen välttämiseksi edellä ajavan ajoneuvon pysähtyessä. Vaarallisen lyhyen aikavälin pituuteen vaikuttavat mm. kuljettajan reaktiokyky, ajoneuvojen nopeusero ja kitka. Tässä yhteydessä on yksinkertaisuuden vuoksi tarkasteltu vain alle yhden sekunnin bruttoaikavälien osuutta, koska aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että tämä aikavälikriteeri antaa riittävän tarkan kuvan vaarallisen lyhyiden aikavälien osuudesta (Tie- ja vesirakennushallitus 1982 ja 1984).





Kuva 17: Peräkkäisten ajoneuvojen nopeuseron hajonnan riippuvaisuus bruttoaikavälistä, koko analysaattoriaineisto.

Alle yhden sekunnin bruttoaikavälien osuuden ja liikennemäärän riippuvaisuutta kuvaavat pistekohtaiset pisteistöt on esitetty liitteessä 23 ja koko aineistoa kuvaava pisteistö kuvassa 18. Kuvien perusteella ei voi sanoa, että liikennemäärällä olisi selvä vaikutus vaarallisen lyhyiden aikavälien osuuteen. Osuuksien hajonta on melko suuri erityisesti pienillä liikennemäärillä ja ainoastaan Orimattilan ja Nastolan mittauspisteissä voi havaita, että alle yhden sekunnin aikavälien osuus kasvaa liikennemäärän kasvaessa.



Kuva 18: Alle yhden sekunnin bruttoaikavälien osuuden riippuvaisuus ajo-suunnan liikennemäärästä, koko analysaattoriaineisto.

## 8 JONONMUODOSTUS

### 8.1 Vapaiden ja jonossa ajavien ajoneuvojen nopeudet

#### 8.1.1 Nopeusjakaumat

Nopeusjakaumia on käsitelty jo kohdassa 4.3.3 kaikkien ajoneuvojen osalta ja tässä kohdassa tarkastellaan lähinnä vapaiden ja jonoissa ajavien ajoneuvojen nopeusjakaumien eroja. Nopeuksien aikajakaumien summakäyrät on piirretty vapaille ja jonossa ajaville ajoneuvoille samoihin kuviin kuin kaikkien ajoneuvojen käyrät. Suunnittaiset 15 min summakäyrät on esitetty *liitteessä* 5 ja 60 min käyrät *liitteessä* 7. Koko ajoradan 15 min summakäyrät on esitetty *liitteessä* 6 ja 60 min summakäyrät *liitteessä* 8. Jos liikennevirrassa on tietyn aikajakson aikana esiintynyt häiriöitä, on siitä kuvassa maininta.

*Liitteen* 5 kuvia tarkasteltaessa havaitaan, että vapaiden ajoneuvojen nopeus on lähes aina ollut suurempi kuin jonossa ajavien ajoneuvojen nopeus. Vapaiden ajoneuvojen nopeuksien summakäyrä on siis jonoajoneuvojen summakäyrän oikealla puolella. Liikennemäärän kasvaessa molemmat käyrät siirtyvät yleensä jonkin verran vasemmalle, eli nopeudet pienenevät, mutta suurilla liikennemäärillä ne voivat joskus siirtyä oikeallekin. Joka tapauksessa erot ovat pieniä varsinkin silloin, kun suunnittaiset 15 min liikennemäärät ovat yli 1000 ajon/h. Lisäksi havaitaan, että jonoajoneuvojen käyrä seuraa melko tarkkaan kaikkien ajoneuvojen käyrää varsinkin suurilla liikennemäärillä ja vapaiden ajoneuvojen käyrä on selvästi näiden käyrien oikealla puolella. Selitys lienee se, että vapaiden ajoneuvojen lukumäärä varsinkin suurilla liikennemäärillä on hyvin pieni verrattuna jonoajoneuvojen lukumäärään. Suurilla liikennemäärillä suurin osa vapaista ajoneuvoista on jonon johtajia.

Nopeusrajoituksen (100 km/h) ylittäjiä on vapaiden ajoneuvojen joukossa luonnollisesti selvästi enemmän kuin jonoajoneuvojen joukossa. Eri liikennemäärillä nopeusrajoituksen ylittäjien osuus vaihteli seuraavasti:

<u>liikennemäärä,</u> <u>(ajon/h/suunta)</u>	<u>ylittäjien osuus,</u> <u>vapaat (%)</u>	<u>ylittäjien osuus,</u> <u>jonossa (%)</u>
500	30–60	10–35
1000	20–65	10–35
1200	50–60	10–20
1500	15–45	5–15

Liikennemäärän kasvu vähentää ylittäjien osuutta selvemmin jonoajoneuvojen kuin vapaiden ajoneuvojen osalta. Helsinkiin päin ylittäjien osuus on jonkin verran suurempi kuin maalle päin mutta erot ovat hyvin pieniä.

Koko ajoradan 15 min summakäyristä (*liite* 6) näkee myös selvästi, että vapaiden ajoneuvojen nopeus on suurempi kuin jonoajoneuvojen ja että jonoajoneuvojen summakäyrä seuraa kaikkien ajoneuvojen käyrää ollen kuitenkin sen vasemmalla puolella, kun taas vapaiden ajoneuvojen käyrä on selvästi edellisten oikealla puolella.

Vapaiden ajoneuvojen osalta nopeusrajoituksen ylittäjien osuus vaihteli eri



liikennemäärillä seuraavasti:

<u>liikennemäärä,</u> <u>(ajon/h/ajorata)</u>	<u>ylittäjien osuus,</u> <u>vapaat (%)</u>	<u>ylittäjien osuus,</u> <u>jonossa (%)</u>
1300—1500	30—60	15—30
1700—1800	30—50	10—15
2000	30—50	5—20

Perjantain ja sunnuntain nopeusjakaumissa ei ole suuria eroja vaikka ylittäjien osuus yleensä onkin vähän suurempi sunnuntailikenteessä kuin perjantailikenteessä sekä vapaiden että jonossa ajavien ajoneuvojen osalta.

Suunnittaiset 60 min summakäyrät (*liite 7*) ovat samanmuotoisia kuin 15 min käyrät. Vapaiden ja jonossa ajavien ajoneuvojen nopeuserot ovat yhtä selvät vaikka havaintoja on enemmän kuin 15 min kuvissa. Nopeusrajoituksen ylittäjien osuus on samaa suuruusluokkaa kuin 15 min kuvissa mutta osuus pienenee nyt selvemmin liikennemäärän kasvaessa. Helsinkiin päin ylittäjien osuus on hieman suurempi kuin maalle päin.

Koko ajoradan 60 min summakäyrät (*liite 8*) eivät poikkea 15 min käyristä. Vapaiden ajoneuvojen nopeus on selvästi pienempi kuin jonoajoneuvojen nopeus kaikilla liikennemäärillä. Sunnuntailikenteessä nopeusrajoituksen ylittäjien osuus on yleensä hieman suurempi kuin perjantailikenteessä, mutta erot ovat pienet.

### 8.1.2 Nopeuserot

Vapaiden ja jonossa ajavien ajoneuvojen keskinopeuden ja liikennemäärän riippuvaisuutta kuvaavat pisteistöt on esitetty *liitteessä 24*. Mikäli aineistossa ei ole ollut poikkeuksellisia havaintoja, on kuviin piirretty myös regressiosuorat.

Kuvista havaitaan, että jonoajoneuvot kulkevat selvästi hitaammin kuin vapaat ajoneuvot. Sekä vapaiden että jonossa ajavien ajoneuvojen keskinopeudet laskevat liikennemäärän kasvaessa.

Poikkeukselliset havainnot jätettiin pois regressioanalyysistä ja analyysien tulokset vapaiden ajoneuvojen osalta on esitetty *taulukossa 9*. Maalle päin vapaiden ajoneuvojen keskinopeus laskee 2,5–6,4 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Regressiosuorien selitysasteet ovat 6,7–35,5 % ja vakion arvot ovat 98,2–100,3 km/h. Mäntsälän mittauspisteessä keskinopeuden riippuvaisuus liikennemäärästä on ollut vähäinen.

Helsinkiin päin vapaiden ajoneuvojen keskinopeus laskee liikennemäärän funktiona 2,0–3,0 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Nastolan mittauspisteessä nopeus jopa kasvaa 0,4 km/h. Muissa mittauspisteissä mallien selitysasteet ovat 14,7–23,5 % ja vakion arvot ovat 98,8–99,8 km/h. Kaikissa mittauspisteissä vapaiden ajoneuvojen keskinopeuden lasku on suurempi maalle päin kuin Helsinkiin päin.

Koko ajoradalla vapaiden ajoneuvojen keskinopeus laskee 1,7–5,1 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Selitysasteet ovat 8,9–24,6 % ja

vakion arvot ovat 99,4–104,2 km/h.

Jos kaikista mittauspisteistä saadut havainnot yhdistetään yhdeksi aineistoksi, vapaiden ajoneuvojen keskinopeus laskee 4,3 km/h maalle päin ja 2,0 km/h Helsinkiin päin, kun liikennemäärän kasvu on 1000 ajon/h. Koko ajoradalla nopeuden lasku on 2,5 km/h.

**Taulukko 9:** Vapaiden ajoneuvojen matkajakauman keskinopeus ( $v_{sv}$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.

Malli:  $v_{sv} = a + b \times q$

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste $R^2$	Havain- tojen lkkm	q:n vaihtelu
1	Järvenpää	Maalle	100,34	-0,0064	0,3547	53	238-1697
		Helsinkiin	98,82	-0,0020	0,1466	53	286-1574
		Yhteensä	99,44	-0,0019	0,0893	53	650-2198
2	Mäntsälä	Maalle	98,41	-0,0038	0,0670	57	295-1590
		Helsinkiin	99,27	-0,0030	0,1954	57	278-1573
		Yhteensä	104,15	-0,0051	0,2457	57	792-2058
3	Orimattila	Maalle	98,23	-0,0026	0,0987	54	168-1612
		Helsinkiin	99,77	-0,0022	0,2350	54	192-1590
		Yhteensä	99,85	-0,0019	0,1717	54	464-2008
4	Nastola	Maalle	100,09	-0,0025	0,0887	46	176-1167
		Helsinkiin	96,78	+0,0004	0,0010	46	208-1164
		Yhteensä	99,69	-0,0017	0,0899	46	420-1670
1-4	Koko aineisto	Maalle	99,47	-0,0043	0,1523	210	168-1697
		Helsinkiin	98,75	-0,0020	0,0942	210	192-1590
		Yhteensä	100,41	-0,0025	0,1615	210	420-2198

Regressioanalyysien tulokset jonossa ajavien ajoneuvojen osalta on esitetty taulukossa 10. Maalle päin kulkeneiden jonoajoneuvojen keskinopeus laskee 3,5–7,4 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Regressiomallien selityssasteet ovat 17,9–33,9 % ja vakion arvot ovat 93,1–97,8 km/h.

Helsinkiin päin kulkeneiden jonoajoneuvojen keskinopeus laskee 2,9–4,8 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Järvenpään mittauspisteessä nopeuden lasku on vain 0,1 km/h, joten riippuvaisuutta liikennemäärästä ei ole. Mallien selityssasteet vaihtelevat välillä 15,9–39,1 % ja vakion arvot välillä 93,9–95,0 km/h, jos Järvenpään mittauspiste jätetään huomioimatta. Vt 4:n mittauspisteissä jonoajoneuvojen nopeuden lasku on jyrkempi maalle päin kuin Helsinkiin päin mutta vt 5:n mittauspisteessä (Nastola) nopeuden lasku on hieman suurempi Helsinkiin päin kuin maalle päin.

Koko ajoradalla jonoajoneuvojen keskinopeuden lasku on 1,9–7,8 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Regressiomallien selityssasteet ovat

10,5–46,7 % ja vakion arvot ovat 94,1–102,1 km/h.

Kun kaikki havainnot yhdistetään yhdeksi aineistoksi, jonoajoneuvojen keskinopeuden laskuksi 1000 ajon/h kohti saadaan 5,4 km/h maalle päin, 3,0 km/h Helsinkiin päin ja 3,8 km/h koko ajoradalle.

**Taulukko 10:** *Jonossa ajavien ajoneuvojen matkajakauman keskinopeus ( $v_{sj}$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.*

*Malli:  $v_{sj} = a + b \times q$*

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste R <sup>2</sup>	Ha- vainto- jen lkm	q:n vaihtelu
1	Järvenpää	Maalle	97,75	-0,0053	0,3389	53	238-1697
		Helsinkiin	90,55	-0,0001	0,0003	53	286-1574
		Yhteensä	94,08	-0,0019	0,1053	53	650-2198
2	Mäntsälä	Maalle	96,72	-0,0074	0,2769	57	295-1590
		Helsinkiin	94,97	-0,0048	0,3914	57	278-1573
		Yhteensä	102,12	-0,0078	0,4671	57	792-2058
3	Orimattila	Maalle	93,09	-0,0035	0,1804	54	168-1612
		Helsinkiin	93,91	-0,0029	0,2007	54	192-1590
		Yhteensä	94,80	-0,0030	0,2832	54	464-2008
4	Nastola	Maalle	96,38	-0,0041	0,1785	46	176-1167
		Helsinkiin	94,09	-0,0046	0,1590	46	208-1164
		Yhteensä	96,69	-0,0039	0,3030	46	420-1670
1-4	Koko aineisto	Maalle	96,09	-0,0054	0,2502	210	168-1697
		Helsinkiin	93,43	-0,0030	0,1599	210	192-1590
		Yhteensä	96,30	-0,0038	0,2951	210	420-2198

*Taulukoita 9 ja 10 vertailemalla voidaan todeta, että jonoajoneuvojen keskinopeus laskee liikennemäärän mukana jyrkemmin kuin vapaiden ajoneuvojen nopeus kaikissa muissa pisteissä paitsi Järvenpään mittauspisteessä. Järvenpään mittauspisteen poikkeavuus voi ainakin osittain johtua siitä, että liikenne maalle päin pysähtyi välillä perjantaina jolloin osa hitaista jonoajoneuvoista on saattanut joutua vapaiden ajoneuvojen joukkoon koska mittauslaite ei ole pystynyt käsittelemään kaikkia ajoneuvoja. Toisaalta poikkeukselliset havainnot pyrittiin poistamaan ennen analyysijä. Kaikissa mittauspisteissä vakion arvo ("vapaa nopeus") on kuitenkin suurempi vapaiden kuin jonossa ajavien ajoneuvojen joukossa.*

Vapaiden ja jonossa ajavien nopeusero voidaan selvittää jakamalla vapaat ja jonossa ajavat ajoneuvot eri luokkiin ns. dummy-muuttujalla. Toisena selittäjänä on käytetty liikennemäärää. Regressioanalyysien tulokset on esitetty taulukossa 11.



Maalle päin jonoajoneuvot ajavat 1,8–5,8 km/h hitaammin kuin vapaat ajoneuvot. Järvenpään mittauspisteessä havaittu, muihin verrattuna pieni nopeusero, voi siis osittain johtua siitä, että liikenne välillä pysähtyi. Kahden selittäjän mallissa liikennemäärän laskeva vaikutus on 2,8–5,9 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Selitysasteet ovat 26,3–45,5 % ja vakion arvot ovat 98,3–100,5 km/h.

Helsinkiin päin jonoajoneuvojen keskinopeus on 5,3–6,8 km/h alhaisempi kuin vapaiden ajoneuvojen keskinopeus. Liikennemäärän vaikutus on 1,1–3,9 km/h sen kasvaessa 1000 ajon/h. Selitysasteet ovat 36,4–64,9 % ja vakion arvot ovat 98,1–100,1 km/h. Kaikissa mittauspisteissä vapaiden ja jonossa ajavien ajoneuvojen nopeusero on suurempi Helsinkiin päin kuin maalle päin. Vakion arvot ovat suunnilleen samat molempiin suuntiin mutta liikennemäärän vaikutus on hieman suurempi maalle päin kuin Helsinkiin päin.

Koko ajoradan osalta nopeusero on 5,4–6,9 km/h. Liikennemäärän vaikutus on 1,9–6,5 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Selitysasteet ovat 51,4–62,9 % ja vakion arvot 99,5–106,2 km/h.

Jos kaikki havainnot (210 kpl) yhdistetään yhdeksi aineistoksi, nopeuseroksi saadaan 4,2 km/h maalle päin, 6,1 km/h Helsinkiin päin ja 6,0 km/h koko ajoradan osalta.

### 8.1.3 Nopeuden keskihajonnan erot

Vapaiden ja jonossa ajavien ajoneuvojen nopeusjakauman keskihajonnan ja liikennemäärän riippuvaisuutta kuvaavat pisteistöt on esitetty *liitteessä 25*. Kuviin ei ole piirretty regressiosuoria eikä aineistoa ole analysoitu regressioanalyysillä koska riippuvaisuus on vähäinen ja vaihtelualue suuri.

Kuvista nähdään kuitenkin, että vapaiden ajoneuvojen nopeuden keskihajonta yleensä on suurempi kuin jonoajoneuvojen. Sekä vapaiden että jonossa ajavien ajoneuvojen nopeuden hajonta näyttää pienenevän hieman liikennemäärän kasvaessa ja vapaiden ajoneuvojen hajonta ehkä vähän enemmän kuin jonoajoneuvojen hajonta.

**Taulukko 11:** Vapaiden ja jonossa ajavien ajoneuvojen matkajakauman keskinopeus ( $v_s$ ) liikennemäärän ( $q$ ) funktiona, ajoneuvot eroteltu luokittelumuuttujalla, analysaattoriaineisto.

Malli:  $v_s = a + b \times q + c \times DUM$ ,

$DUM=0$  (vapaa ajon.) ja  $DUM=1$  (jonoajon.)

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Kerroin c	Selitys- aste R <sup>2</sup>	Havain- tojen lkm	q:n vaihtelu
1	Järvenpää	Maalle	99,96	-0,0059	-1,84	0,3688	53	238-1697
		Helsinkiin	98,08	-0,0011	-6,79	0,6489	53	286-1574
		Yhteensä	99,45	-0,0019	-5,38	0,5137	53	650-2198
2	Mäntsälä	Maalle	99,77	-0,0056	-4,41	0,2626	57	295-1590
		Helsinkiin	99,96	-0,0039	-5,69	0,5906	57	278-1573
		Yhteensä	106,23	-0,0065	-6,19	0,6137	57	792-2058
3	Orimattila	Maalle	98,29	-0,0028	-5,82	0,3866	54	168-1612
		Helsinkiin	100,09	-0,0028	-6,53	0,5907	54	192-1590
		Yhteensä	100,46	-0,0023	-6,94	0,6227	54	464-2008
4	Nastola	Maalle	100,52	-0,0033	-4,57	0,4550	46	176-1167
		Helsinkiin	98,10	-0,0021	-5,32	0,3643	46	208-1164
		Yhteensä	100,92	-0,0028	-5,46	0,6293	46	420-1670
1-4	Koko aineisto	Maalle	99,76	-0,0047	-4,17	0,3165	210	168-1697
		Helsinkiin	99,15	-0,0026	-6,10	0,5343	210	192-1590
		Yhteensä	101,28	-0,0031	-6,02	0,5759	210	420-2198

## 8.2 Jonoprosentti

### 8.2.1 Jonoprosentin aikavaihtelut

Jonoprosentin aikavaihtelut mittauspisteittäin molemmille suunnille ja koko ajoradalle on analysaattoriaineiston osalta esitetty *liitteessä 26*. *Liitteessä 27* on esitetty tarkastelusuunnan jonoprosentin aikavaihtelut rekisteritunnusten kuvauspisteissä. Jonoprosentilla tarkoitetaan siis niiden ajoneuvojen osuutta, joiden aikaväli edellä ajavaan on enintään 5 s. Analysaattori mittaa aikavälit erittäin tarkkaan. Koska rekisteritunnuskuvausten videonauhoista aikavälit saadaan poimittua vain käsin ja ainoastaan sekunnin kymmenyksen tarkkuudella, tuloksena voi olla hieman suurempi jonoprosentti kuin mitä todellisuudessa on ollut.

Kuvista nähdään, että jonoprosentin aikavaihtelut noudattavat melko hyvin liikennemäärän aikavaihteluja (*liitteet 2 ja 3*). Tämä on luonnollista, sillä liikennemäärä vaikuttaa voimakkaasti jonoprosenttiin. Mittausten aikana jonoprosentti on koko ajan ollut vähintään 30 % ja arkipäiväliikenteessäkin yli puolet ajoneuvoista ajaa yleensä jonossa. Viikonloppuliikenteessä jono-



prosentit vaihtelevat yleensä välillä 80–95 % pääsuuntaan ja välillä 50–70 % hiljaisempaan suuntaan. Nastolan mittauspisteessä jonoprosentti on vähän alhaisempi kuin vt 4:n mittauspisteissä. Koko ajoradan jonoprosentit pysyvät vilkkaassa liikenteessä 80 %:n yläpuolella. Lisäksi kuvista huomataan, että perjantaisin jonoprosenttihiiput ovat hiukan suurempia kuin sunnuntaisin.

### 8.2.2 Liikennemäärän vaikutus

Jonoprosentin ja liikennemäärän riippuvaisuutta kuvaavat pisteistöt on esitetty *liitteessä 28* analysaattoriaineiston osalta ja *liitteessä 29* rekisteritunnusaineiston osalta. Jonoprosentti kasvaa luonnollisesti liikennemäärän kasvaessa. Pienilläkin liikennemäärillä jonoprosentti on kuitenkin vähintään 30 %, sillä 5 s lyhyempiä aikavälejä esiintyy aina. Pisteistöjen muodosta nähdään, että jonoprosentti kasvaa liikennemäärän mukana suurin piirtein eksponentiaalisesti satunnaisen liikenteen teorian mukaan (kaava (2)). Pienillä liikennemäärillä esiintyy kuitenkin sekä pieniä että suuria suunnittaisia jonoprosentteja, mikä aiheuttaa "taitekohdan" pisteistöihin. Pienet jonoprosentit ovat peräisin arkipäiväliikenteestä ja suuremmat viikonloppuliikenteen hiljaisemmasta suunnasta. Viikonloppuliikenteessä pääsuunnan vastaisen suunnan ohitusmahdollisuudet ovat vähissä ja jonoprosentit siitä syystä melko suuria.

Jos oletetaan, että jonoprosentin funktio on eksponentiaalinen (kaava (2)), sen saa lineaariseen muotoon ottamalla funktiosta logaritmin puolittain (kaava (4)). Regressioanalyysien tulokset on esitetty *taulukossa 12* sekä analysaattori- että rekisteritunnusaineiston osalta. Regressiomallien selityssastetta laskettaessa on käytetty todellisia jonoprosenttiarvoja eikä logaritmiarvoja. Regressioanalyysit tehtiin myös logaritmia käyttämättä, mutta tulokset eivät juuri lainkaan poikenneet logaritmoimalla tehdyistä malleista, joten niitä ei tässä ole esitetty.

Analysaattoriaineistoon sovitettujen mallien selityssasteet ovat 90,5–97,4 % maalle päin, 90,2–96,0 % Helsinkiin päin ja 93,3–96,7 % koko ajoradalle. Vakion suunnittaiset arvot ovat 4,03–4,45 ja koko ajoradan 4,45–4,68. Kertoimien arvot vaihtelevat hyvin vähän mutta kaikki ovat negatiivisia, eli vapaiden ajoneuvojen osuuden logaritmi pienenee liikennemäärän kasvaessa. *Taulukon 12* mukaiset käyrät eri mittauspisteille on esitetty *kuvassa 19* ja koko aineistolle *kuvassa 20*, johon myös havainnot on piirretty. Kuvissa on myös esitetty satunnaisen liikenteen jonoprosenttikäyrät. Koko ajoradan osalta käyrä on piirretty suuntajakaumalle 75/25. *Kuvasta 19* nähdään, että pienillä liikennemäärillä jonoprosentit vaihtelevat melkoisesti mutta liikennemäärän kasvaessa käyrät lähenevät toisiaan. Ylemmässä kuvassa alin käyrä edustaa Järvenpään mittauspistettä maalle päin ja ylin käyrä samaa mittauspistettä Helsinkiin päin. Näyttää myös siltä, että varsinkin pienillä liikennemäärillä jonoprosentit Helsinkiin päin olisivat vähän korkeammalla kuin vastaavat käyrät maalle päin. Kuten edellä jo mainittiin jonoprosentin suuri vaihtelu pienillä liikennemäärillä johtuu siitä, että jonoprosentti pääsuuntaa vastaan tulevassa liikennevirrassa ohitusmahdollisuuksien puuttuessa voi nousta melko korkealle vaikka liikennemäärät ovatkin pieniä. Eri liikennemäärillä jonoprosentit vaihtelivat seuraavasti:



<u>q (ajon/h/suunta)</u>	<u>jonoprosentti (%)</u>
300	40–65
500	55–70
1000	80–90
1500	yli 90

Koko ajoradan jonoprosenttitaso on alhaisempi kuin suuntien taso samalla liikennemäärällä. Teoreettinen satunnaisten liikenteen jonoprosenttikäyrä on kaikilla liikennemäärillä alempana kuin mitatut käyrät sekä ajosuuntien että koko ajoradan osalta.

Rekisteritunnusaineistoon sovitettujen käyrien selityssasteet ovat 71,8 ja 88,4 % maalle päin sekä 97,4 ja 93,8 % Helsinkiin päin. *Taulukon 12* mukaiset suunnittaiset käyrät koko aineistolle on esitetty *kuvassa 21*. Huomattakoon, että suunnittaiset käyrät eivät ole peräisin samoilta mittauspäiviltä ja että maalle päin on mitattu vain vilkkaassa liikenteessä. Kuvan mukaan jonoprosentti on kuitenkin hieman suurempi Helsinkiin päin kuin maalle päin. Eri liikennemäärillä suunnittaiset jonoprosentit ovat:

<u>q (ajon/h/suunta)</u>	<u>jonoprosentti (%)</u>
	<u>Helsinkiin/maalle</u>
300	55/-
500	67/-
1000	85/82
1500	92/92

Videonauhoista poimittujen aikavälien perusteella lasketut jonoprosentit ovat samaa suuruusluokkaa kuin analysaattorimittauksista saatujen aikavälien perusteella lasketut jonoprosentit. Teoreettinen satunnaisten liikenteen käyrä on kaikilla liikennemäärillä alempana kuin mitatut käyrät.

*Kuvassa 22* on tarkasteltu vastakkaisen suunnan liikennemäärän vaikutusta jonoprosenttiin (ja jonon keskipituuteen). Tarkastelua varten vilkkaamman suunnan liikennemäärä (yhteensä 210 havaintoa) jaettiin neljään luokkaan (44–63 havaintoa/luokka). Tarkastelusuunnan eli hiljaisemman suunnan jonoprosentille (ja jonon keskipituudelle) ja vilkkaamman eli vastakkaisen suunnan liikennemäärälle laskettiin tämän jälkeen luokittain keskiarvot. Luokkien lasketut keskiarvoparit piirrettiin alla olevaan kuvaan. Siitä nähdään, että jonoprosentti ja jonon keskipituus kasvavat, kun vastakkaisen suunnan liikennemäärä kasvaa. Vastakkaisen suunnan vaikutus jonoprosenttiin ja jonon keskipituuteen olisi siis huomioitava regressioanalyysissä, mutta tässä työssä sitä ei vielä ole tehty.

Taulukko 12: Vapaiden ajoneuvojen osuuden (100-p) logaritmi liikennemäärän (q) funktiona.

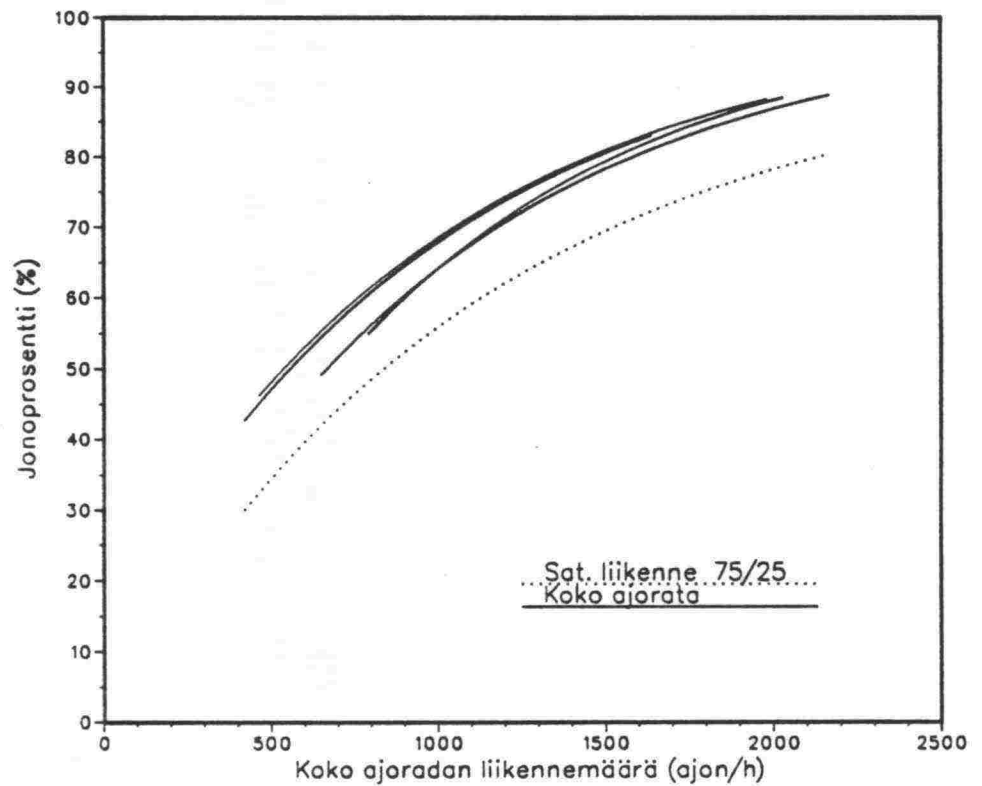
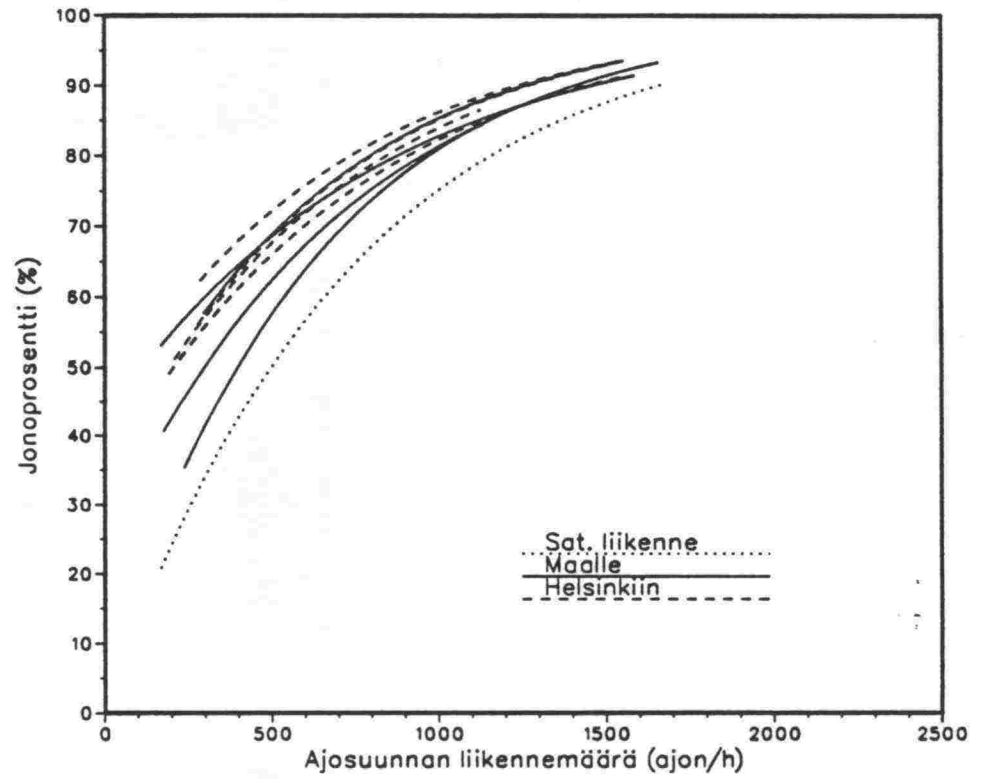
$$\text{Malli: } \ln(100-p) = a + b \times q$$

Analysaattoriaineisto

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste R <sup>2</sup>	Havain- tojen lkm	q:n vaihtelu
1	Järvenpää	Maalle	4,55	-0,0016	0,9712	53	238-1697
		Helsinkiin	4,03	-0,0014	0,8898	53	286-1574
		Yhteensä	4,58	-0,0010	0,9780	53	650-2198
2	Mäntsälä	Maalle	4,19	-0,0015	0,8464	57	295-1590
		Helsinkiin	4,20	-0,0015	0,9219	57	278-1573
		Yhteensä	4,68	-0,0011	0,9610	57	792-2058
3	Orimattila	Maalle	4,05	-0,0012	0,8371	54	168-1612
		Helsinkiin	4,18	-0,0013	0,8824	54	192-1590
		Yhteensä	4,45	-0,0010	0,9752	54	464-2008
4	Nastola	Maalle	4,33	-0,0014	0,9126	46	176-1167
		Helsinkiin	4,18	-0,0014	0,8509	46	208-1164
		Yhteensä	4,47	-0,0010	0,9651	46	420-1670
1-4	Koko aineisto	Maalle	4,29	-0,0015	0,8331	210	168-1697
		Helsinkiin	4,16	-0,0014	0,8876	210	192-1590
		Yhteensä	4,53	-0,0010	0,9678	210	420-2198

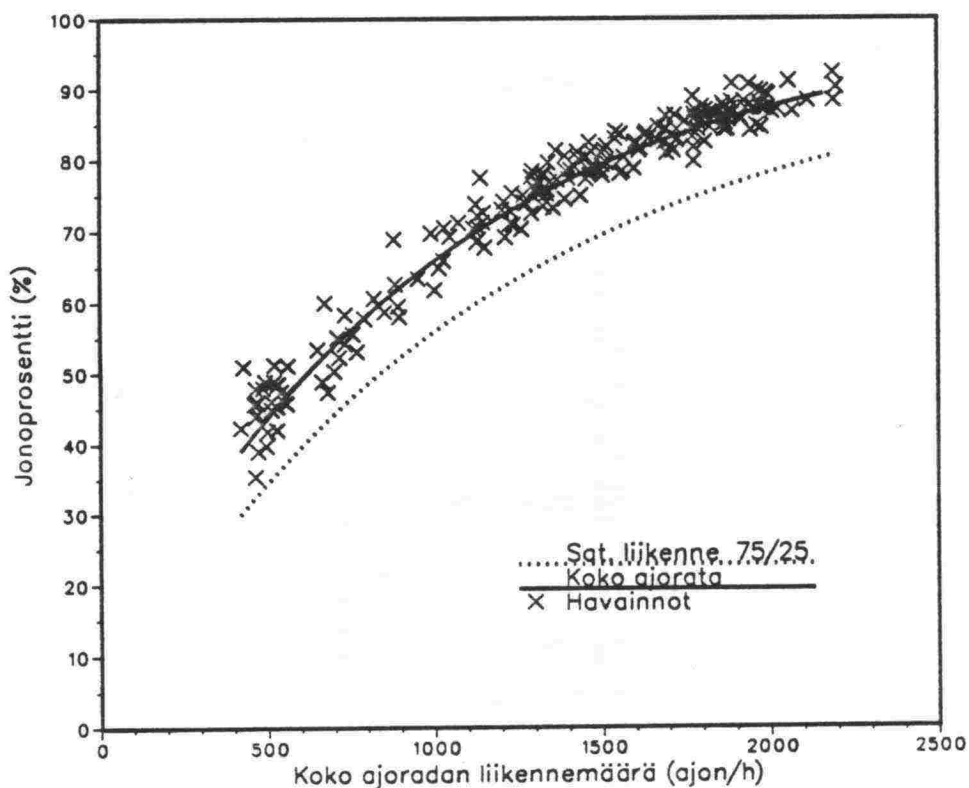
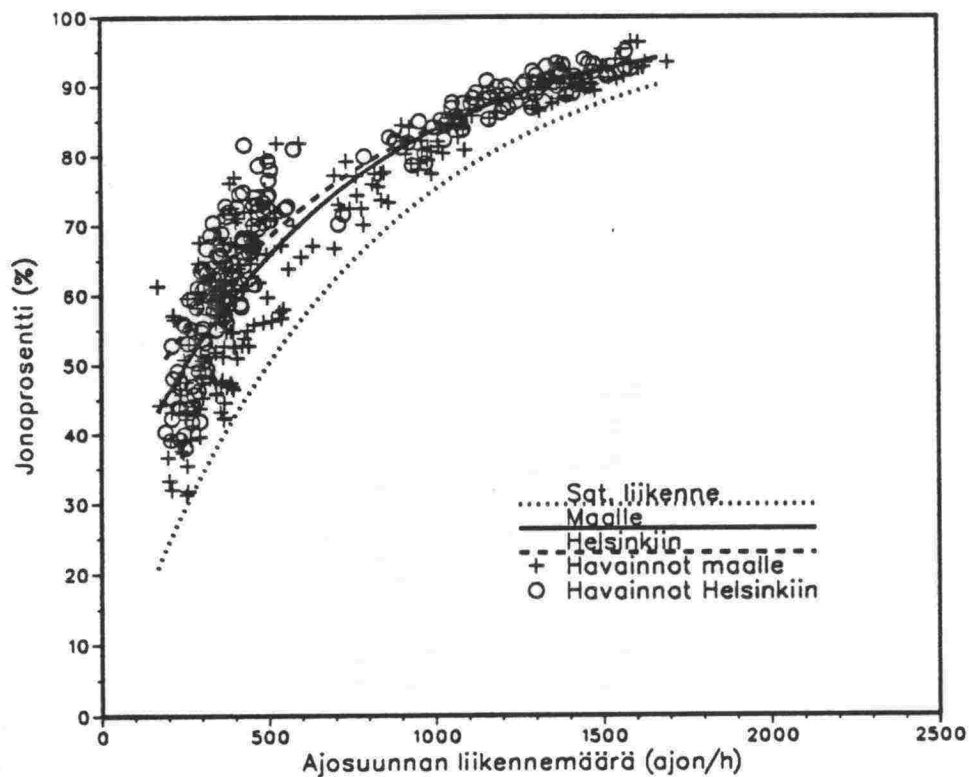
Rekisteritunnusaineisto

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste R <sup>2</sup>	Havain- tojen lkm	q:n vaihtelu
1a	Ohkola P	Maalle	4,56	-0,0017	0,7906	12	813-1524
1b	Mäntsälä E	Maalle	4,70	-0,0018	0,8877	11	921-1647
2a	Mäntsälä P	Helsinkiin	4,20	-0,0015	0,9752	21	296-1540
2b	Ohkola E	Helsinkiin	4,28	-0,0016	0,9160	19	248-1428
1a,1b	Koko aineisto	Maalle	4,61	-0,0017	0,8337	23	813-1647
2a,2b		Helsinkiin	4,23	-0,0015	0,9427	40	248-1540
1a,1b 2a,2b		Molemmat	4,21	-0,0015	0,9311	63	248-1647

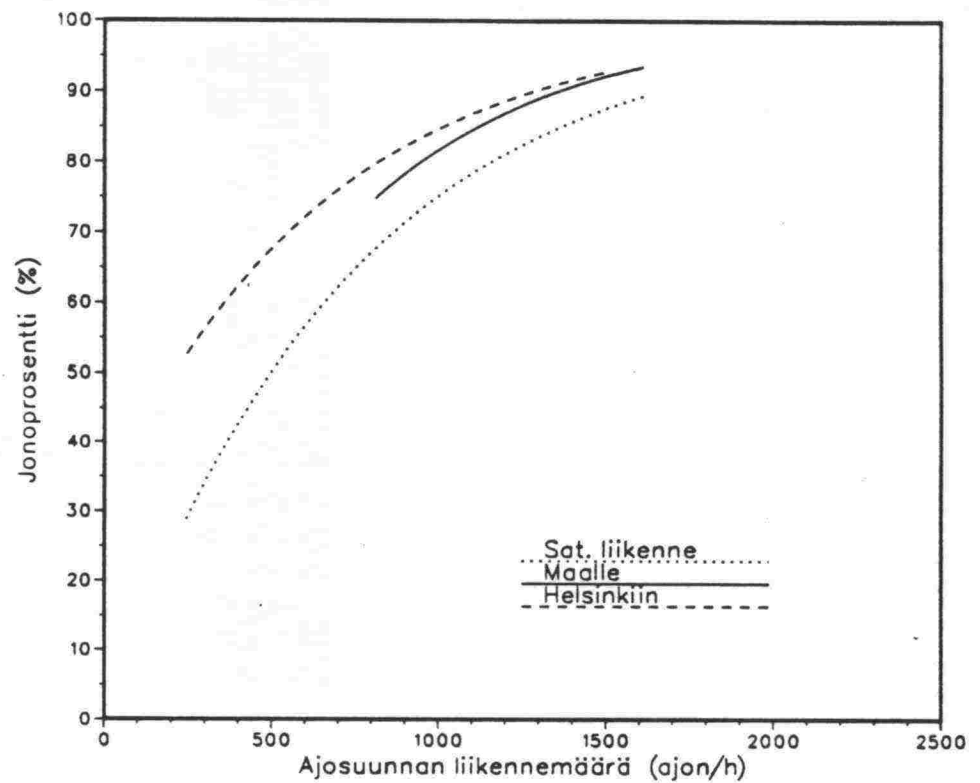


Kuva 19: Jonoprosentti liikennemäärän funktiona ajosuunnittain ja koko ajoradalle eri mittauspisteissä, analysointiaineisto ja satunnainen liikenne.

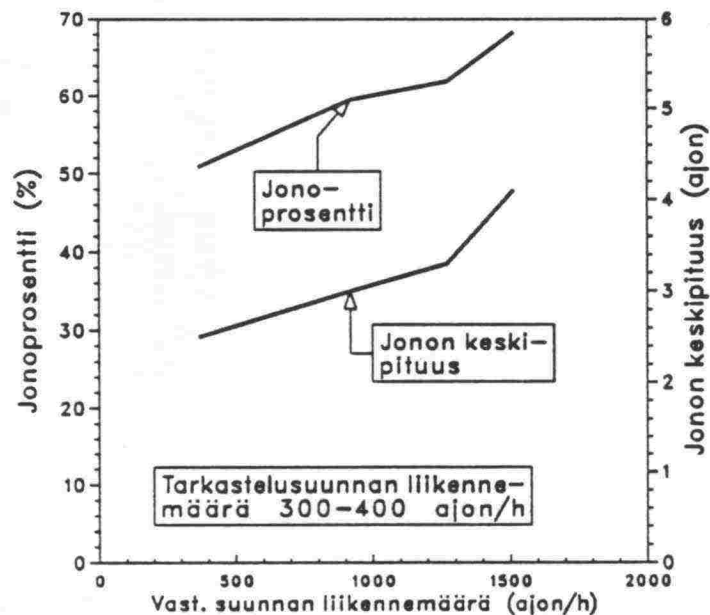




Kuva 20: Jonoprosentti liikennemäärän funktiona ajosuunnittain ja koko ajoradalle, koko analysoitua aineistoa ja satunnainen liikenne.



Kuva 21: Jonoprosentti liikennemäärän funktiona ajosuunnittain, rekisteritunusaineisto ja satunnainen liikenne.



Kuva 22: Vastakkaisen suunnan liikennemäärän vaikutus tarkastelusuunnan jonoprosenttiin ja jonon keskipituuteen, analysaattoriaineisto.

### 8.3 Jonon pituus

#### 8.3.1 Liikennemäärän vaikutus

Jonon keskipituuden ja liikennemäärän riippuvaisuutta kuvaavat pisteistöt on esitetty *liitteessä 30* analysaattoriaineiston osalta ja *liitteessä 31* rekisteritunnusaineiston osalta. Jonojen keskipituus kasvaa luonnollisesti liikennemäärän kasvaessa mutta on kuitenkin yleensä alle 15 ajoneuvoa. Ainoastaan suurilla liikennemäärillä (yli 1300 ajon/h) pääsuuntaan saattaa esiintyä pitempiä keskipituuksia. Nastolan mittauspisteessä jonojen keskipituus on pienempi kuin muissa mittauspisteissä.

Jos jonon pituuden funktio oletetaan eksponentiaaliseksi, funktion lineaarinen muoto saadaan ottamalla kaavasta (3) puolittain logaritmi (kaava (5)). Analyysien tulokset on esitetty *taulukossa 13* sekä analysaattori- että rekisteritunnusaineiston osalta. Regressiomallien selitystasetta laskettaessa on käytetty todellisia jonoprosenttiarvoja eikä logaritmiarvoja. Regressioanalyysit tehtiin myös logaritmia käyttämättä, mutta tulokset eivät juuri lainkaan poikenneet logaritmoimalla tehdyistä malleista, joten niitä ei tässä ole esitetty.

Analysaattoriaineistoon sovitettujen mallien selitystasot ovat 86,3–96,0 % maalle päin, 80,4–91,2 % Helsinkiin päin ja 89,1–95,1 % koko ajoradalle. Regressiokertoimet vaihtelevat vähän. Jonon keskipituuden logaritmi kasvaa liikennemäärän kasvaessa, eli kaikki kertoimet ovat positiivisia. *Taulukon 13* mukaiset käyrät on esitetty *kuvassa 23* suunnittain ja koko ajoradalle eri mittauspisteissä ja *kuvassa 24* koko aineiston osalta. *Kuvaan 24* on myös piirretty havainnot. Kuvissa on myös esitetty satunnaisen liikenteen käyrät jonon keskipituudelle. Eri liikennemäärillä jonojen keskipituudet vaihtelivat seuraavasti:

<u>q (ajon/h/suunta)</u>	<u>jonon keskipit. (ajon)</u>
300	1,5–3,5
500	2,5–4,5
1000	5,5–8,5
1500	11,5–19

Sekä alin että ylin suunnittainen käyrä on peräisin Järvenpään mittauspisteestä. Näyttää siltä, että jonot olisivat jonkin verran pitempiä Helsingin suuntaan kuin maalle päin. Koko ajoradan jonojen keskipituudet ovat pienempiä ja kasvavat hitaammin liikennemäärän mukana kuin suuntien vastaavat keskipituudet. *Kuvassa 24* nähdään, että jonojen keskipituuksien vaihtelualue pienillä liikennemäärillä on melko suuri. Pitkät jonot esiintyvät pääsuuntaan vastaan tulevassa liikennevirrassa. *Kuvassa 22* tarkasteltiin vastakkaisen suunnan liikennemäärän vaikutusta jonon keskipituuteen. Tarkastelutapa on selostettu kohdassa 8.2.2. Kuvan mukaan jonon keskipituus kasvaa vastakkaisen suunnan liikennemäärän kasvaessa. Vastakkaisen suunnan vaikutus jonon keskipituuteen olisi siis otettava huomioon regressioanalyysissä, vaikka sitä ei tässä ole tehty. Satunnaisessa liikenteessä jonot ovat lyhyempiä kuin mitä tässä selvityksessä on mitattu.



Rekisteritunnusaineistoon sovitettujen käyrien selitysasteet ovat 70,5 ja 84,5 % maalle päin sekä 96,3 ja 90,7 % Helsinkiin päin. *Taulukon 13* mukaiset suunnittaiset käyrät koko aineistolle on esitetty *kuvassa 25*. Näyttää siltä, että jonon keskipituus Helsinkiin päin on ollut 3–5 prosenttiyksikköä suurempi kuin maalle päin. Pienillä liikennemäärillä maalle päin tehdyt havainnot tosin puuttuvat aineistosta. Eri liikennemäärillä jonojen keskipituudet vaihtelivat seuraavasti:

<u>q (ajon/h/suunta)</u>	<u>jonon keskipit. (ajon)</u>
	<u>Helsinkiin/maalle</u>
300	3/-
500	4/-
1000	9/5,5
1500	19/14

Videonauhoista poimittujen aikavälien perusteella lasketut jononpituudet ovat samaa suuruusluokkaa kuin analysaattorimittauksista saatujen aikavälien perusteella lasketut jononpituudet. Rekisteritunnusaineistosta laskettu käyrä Helsinkiin päin sijoittuu kuitenkin analysaattoriaineistosta lasketun käyräparven muodostaman alueen yläosaan ja käyrä maalle päin puolestaan alueen alaosaan (*kuva 23*). Satunnaisen liikenteen käyrä on selvästi mitattujen käyrien alapuolella.

Taulukko 13: Jonon keskipituuden ( $E(Q)$ ) logaritmi liikennemäärän ( $q$ ) funktiona.

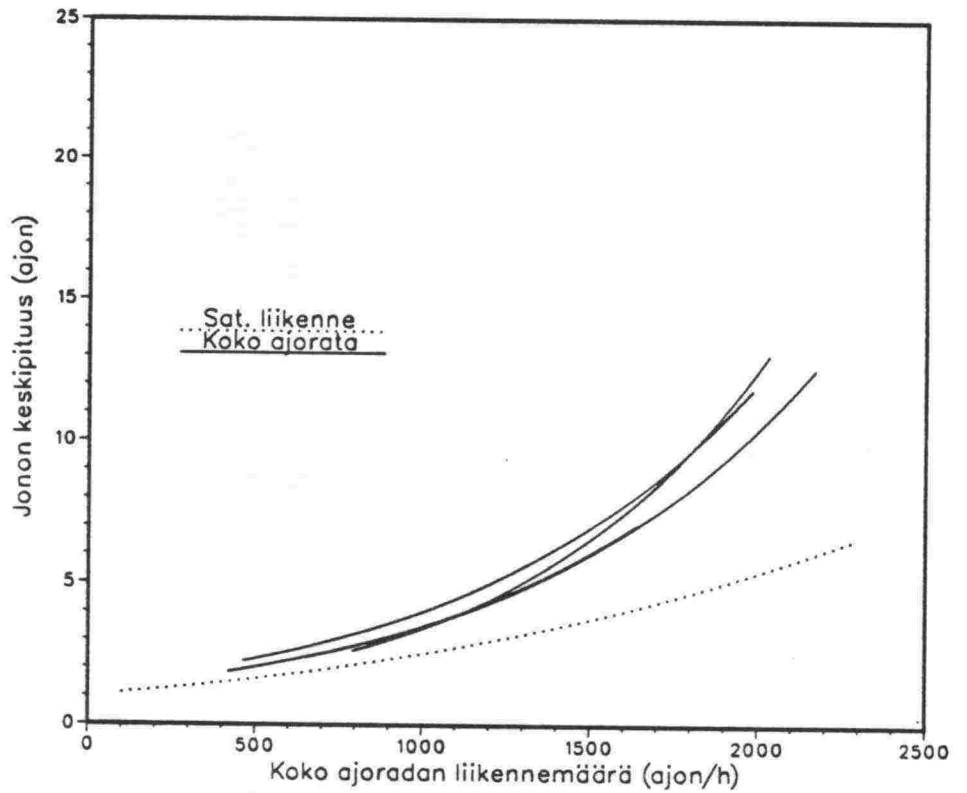
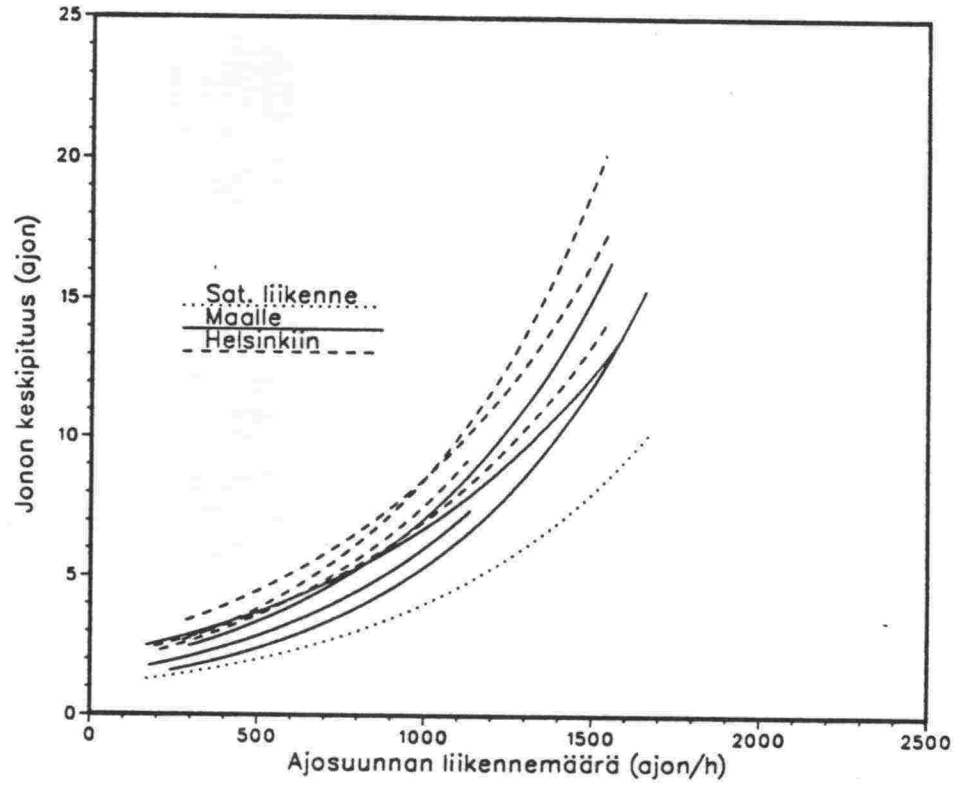
$$\text{Malli: } \ln(E(Q)) = a + b \times q$$

## Analysaattoriaineisto

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste $R^2$	Havain- tojen lkm	q:n vaihtelu
1	Järvenpää	Maalle	0,0767	0,0016	0,8662	53	238-1697
		Helsinkiin	0,8459	0,0013	0,8895	53	286-1574
		Yhteensä	0,1439	0,0011	0,8358	53	650-2198
2	Mäntsälä	Maalle	0,4614	0,0015	0,8841	57	295-1590
		Helsinkiin	0,5425	0,0016	0,9000	57	278-1573
		Yhteensä	-0,0718	0,0013	0,8992	57	792-2058
3	Orimattila	Maalle	0,7095	0,0012	0,9015	54	168-1612
		Helsinkiin	0,6462	0,0013	0,9354	54	192-1590
		Yhteensä	0,2888	0,0011	0,9036	54	464-2008
4	Nastola	Maalle	0,2984	0,0015	0,8811	46	176-1167
		Helsinkiin	0,5265	0,0015	0,8215	46	208-1164
		Yhteensä	0,1512	0,0011	0,8437	46	420-1670
1-4	Koko aineisto	Maalle	0,3809	0,0015	0,8533	210	168-1697
		Helsinkiin	0,6277	0,0014	0,8688	210	192-1590
		Yhteensä	0,1579	0,0011	0,8787	210	420-2198

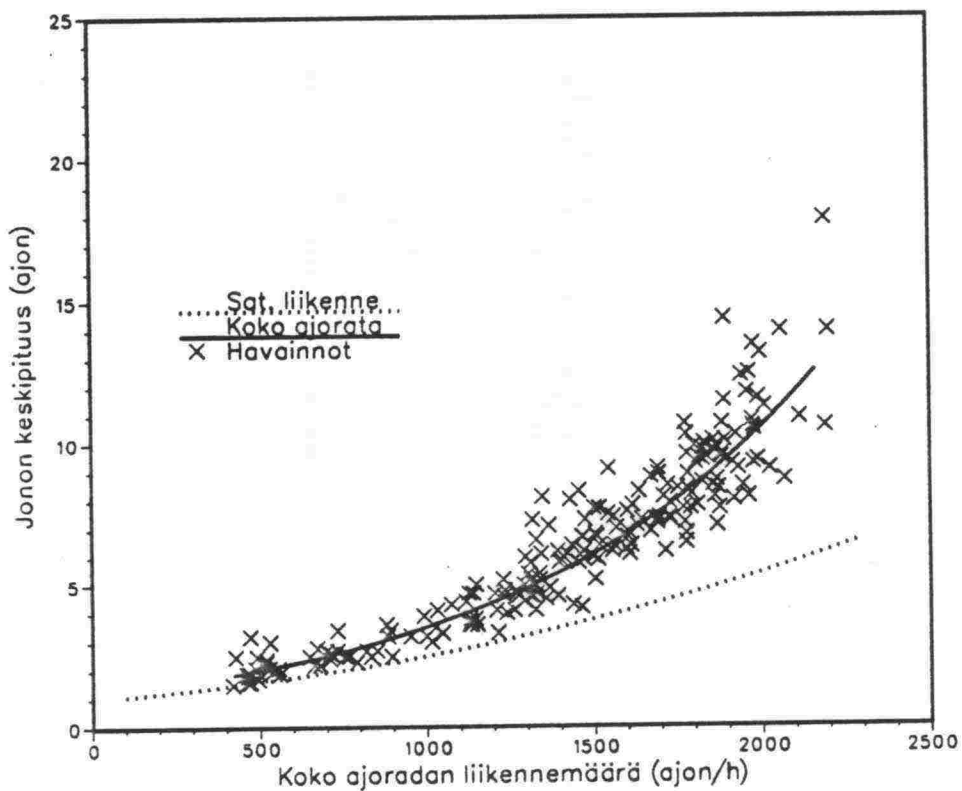
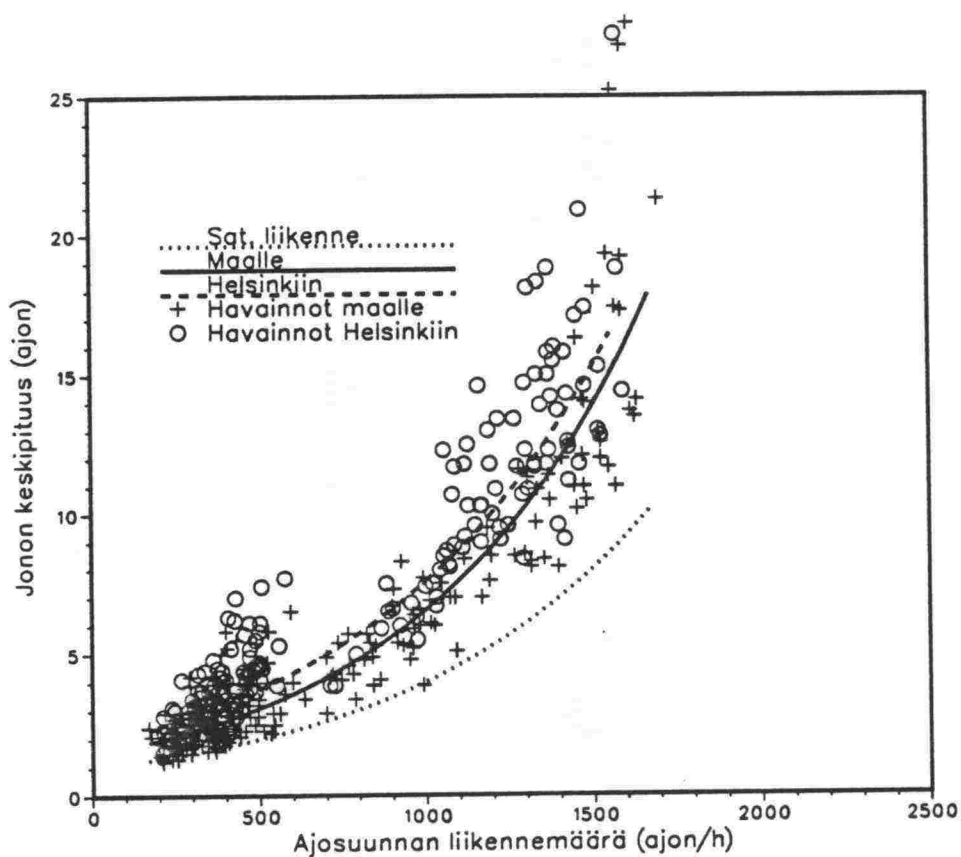
## Rekisteritunnusaineisto

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste $R^2$	Havain- tojen lkm	q:n vaihtelu
1a	Ohkola P	Maalle	-0,0329	0,0018	0,5381	12	813-1524
1b	Mäntsälä E	Maalle	-0,1706	0,0019	0,7412	11	921-1647
2a	Mäntsälä P	Helsinkiin	0,6845	0,0014	0,9557	21	296-1540
2b	Ohkola E	Helsinkiin	0,6580	0,0015	0,8449	19	248-1428
1a,1b	Koko aineisto	Maalle	-0,0725	0,0018	0,6517	23	813-1647
2a,2b		Helsinkiin	0,6786	0,0015	0,8959	40	248-1540
1a,1b		Molemmat	0,6987	0,0013	0,7424	63	248-1647
2a,2b							

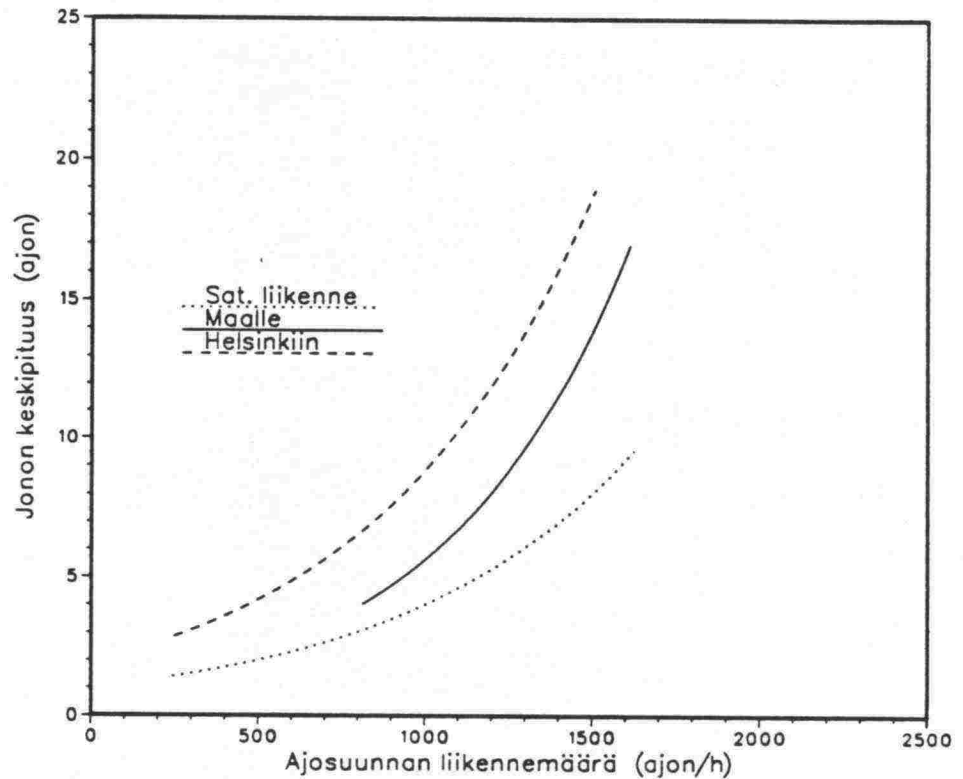


Kuva 23: Jonon keskipituus liikennemäärän funktiona ajosuunnittain ja koko ajoradalle eri mittauspisteissä, analysaattoriaineisto ja satunnainen liikenne.





Kuva 24: Jonon keskipituus liikennemäärän funktiona ajosuunnittain ja koko ajoradalle, koko analysaattoriaineisto ja satunnainen liikenne.



Kuva 25: Jonon keskipituus liikennemäärän funktiona ajosuunnittain, rekisteritunnusaineisto ja satunnainen liikenne.

### 8.3.2 Jonojen pituusjakaumat

Jonojen pituusjakaumat piirrettiin samoista aikajaksoista kuin nopeus- ja/tai aikavälijakaumat. Suunnittaiset 15 min aikajaksoista piirretyt pituusjakaumat eri liikennemäärillä on esitetty *liitteessä 32* ja koko ajoradan jakaumat *liitteessä 33*. *Liitteissä 34 ja 35* on puolestaan esitetty 60 min aikajaksoista piirretyt jonojen pituusjakaumat ja *liitteessä 36* rekisteritunnusaineistosta saadut jakaumat. Kuvissa on myös ilmoitettu kyseisen aikajakson jonojen keskipituus ja pituuden keskihajonta. Jonon johtajaa ei siis lasketa mukaan jonoon. Jos liikennevirrassa on aikajakson aikana esiintynyt häiriöitä, on siitä kuvassa maininta.

Suunnittaisia 15 min jonojen pituusjakaumia tarkasteltaessa huomataan, että pienillä liikennemäärillä suurin osa jonoista on yhden tai kahden ajoneuvon jonoja. Liikennemäärän kasvaessa jonot pitenevät ja pituusjakauma tasaantuu. Yhden tai kahden ajoneuvon jonot ovat suurillakin liikennemäärillä yleisiä mutta pitkiäkin jonoja esiintyy. Yli 50 ajoneuvon jonot ovat kuitenkin harvinaisia. Näyttää myös siltä, että jonojen pituudet Helsinkiin päin olisivat hieman suurempia kuin maalle päin. Pituuksien hajonta on myös suurempi Helsinkiin päin. Jonojen pituuksien keskiarvoja vertailemalla huomataan, että jonojen keskipituudet ovat sitä suurempia mitä kauempana ollaan Helsingistä, kun ajetaan maalle päin ja liikennemäärät ovat pieniä. Kun liikennemäärät ovat suuria, tilanne on yleensä päinvastainen. Helsinkiin päin ajettaessa, jonojen keskipituudet suurilla liikennemäärillä ovat sitä suurempia mitä lähempänä Helsinkiä ollaan.



Suunnittaiset 60 min jonojen pituusjakaumat ovat samannäköisiä kuin 15 min jakaumat mutta ne ovat hieman tasaisempia, eli "piikkejä" ei esiinny, ja suurilla liikennemäärillä mukaan on mahtunut myös pitkiä yli 50 ajoneuvon jonoja. Yhden tai kahden ajoneuvon pituisia jonoja on kuitenkin eniten. Jonot ovat 60 min aikajaksoissakin pitempiä Helsinkiin päin kuin maalle päin samalla liikennemäärällä.

Koko ajoradan jonoistakin suurin osa on yhden tai kahden ajoneuvon jonoja ja liikennemäärän kasvaessa jonot pitenevät varsinkin 60 min aikajaksoista laskettuina. Sunnuntain liikenteessä jonot ovat yleensä hieman pitempiä kuin perjantain liikenteessä samalla liikennemäärällä.

Rekisteritunnusaineiston pistetiedoista piirretyt jonojen pituusjakaumat eivät poikkea analysaattoripisteissä mitatuista jakaumista. Maalle päin ajettaessa pitkien jonojen osuus on ollut hieman pienempi ensimmäisessä kuin toisessa kuvauspisteessä. Molemmissa kuvauspisteissä Helsinkiin päin ajettaessa jonot ovat suurilla liikennemäärillä olleet pitempiä kuin maalle päin ajettaessa.

Toistaiseksi jonojen pituusjakaumiin ei ole sovitettu mitään teoreettista jakaumaa. Jonon keskipituuden analyysissä on oletettu, että jonojen pituudet muodostavat geometrisen jakauman, vaikka tämä ei todellisuudessa täysin pidä paikkaansa. Pituusjakaumien silmämääräisen tarkastelun ja muutaman testin perusteella voisi kuitenkin olla perusteltua kokeilla geometrisen jakauman sopivuutta 60 minuutin aikajaksoista piirrettyihin jakaumiin ja erityisesti koko ajoradan jakaumiin.

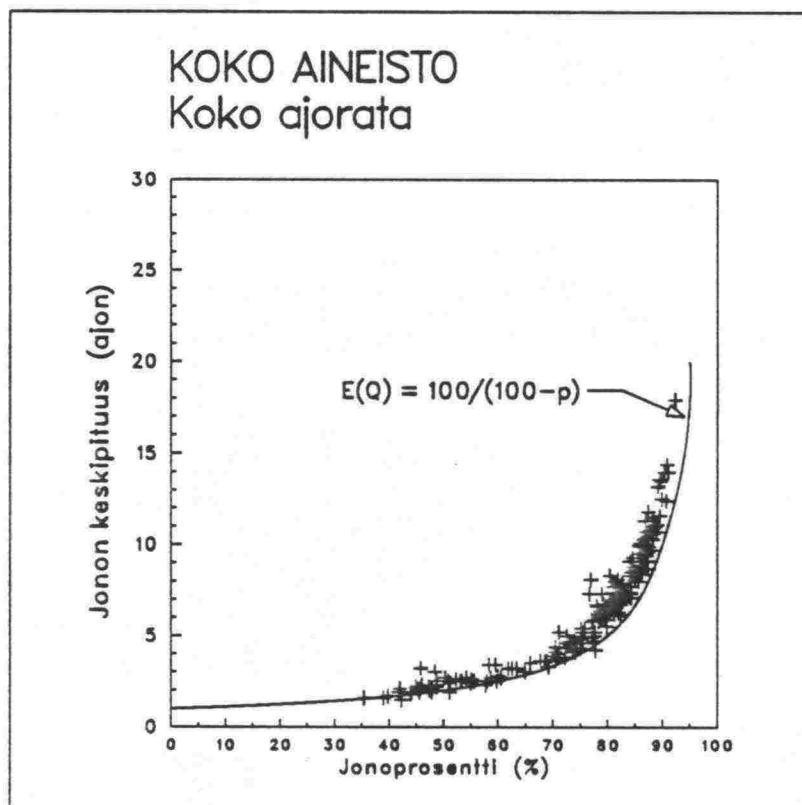
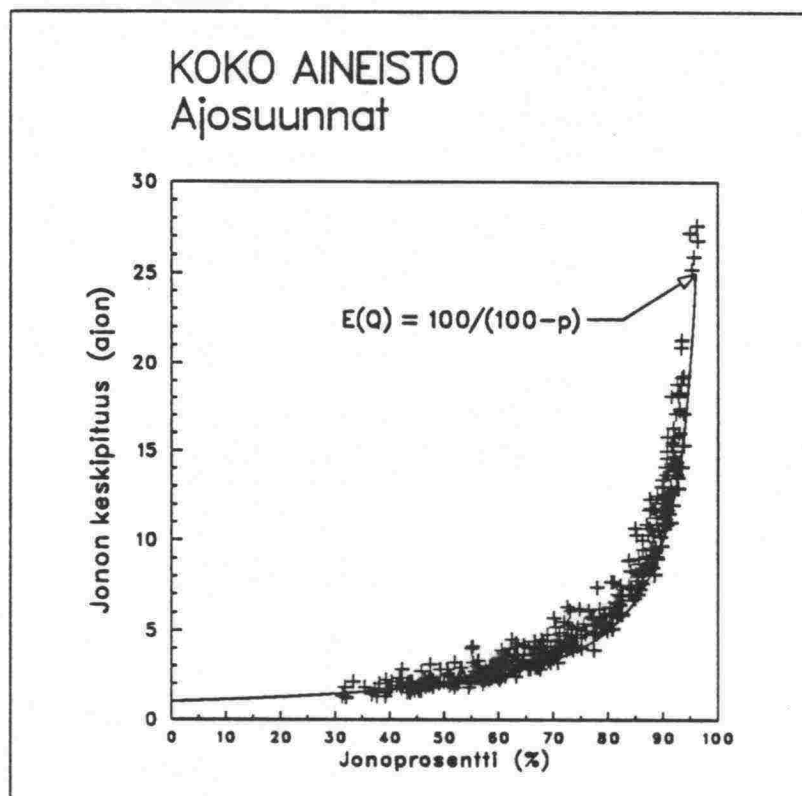
#### 8.4 Jonon pituus ja jonoprosentti

Jonon keskipituuden ja jonoprosentin riippuvaisuutta kuvaavat pisteistöt on esitetty *liitteessä 37* analysaattoriaineiston osalta ja *liitteessä 38* rekisteritunnusaineiston osalta. Koko analysaattoriaineiston havainnot on piirretty *kuvaan 26*. *Liitteessä 39* on esitetty jonon pituuden keskihajonnan ja jonoprosentin riippuvaisuutta kuvaavat pisteistöt analysaattoriaineiston osalta. Kuvista nähdään, että sekä jonon keskipituus että jonon pituuden keskihajonta kasvavat jonoprosentin kasvaessa. Pisteistöt muodostavat yhtenäisen alueen. Jonon pituuden hajontojen ja jonoprosenttien muodostamat alueet ovat hieman leveämpiä kuin jonon keskipituuksien ja jonoprosenttien muodostamat alueet.

Satunnaisessa liikenteessä jonon keskipituuden ja jonoprosentin välinen yhteys on hyperbelin muotoinen kaavan (1) mukaan. Regressiomallien kertoimet on esitetty *taulukossa 14* sekä analysaattori- että rekisteritunnusaineiston osalta.

Analysaattoriaineiston osalta kaikkien mallien selitysasteet ovat yli 90 %. *Taulukon 14* mukaiset käyrät sekä satunnaisen liikenteen käyrät koko aineistolle on esitetty *kuvassa 27*. Sekä ajosuuntien että koko ajoradan jonoprosentilla 50 jonon keskipituus on vähän yli 2 ajoneuvoa ja jonoprosentilla 80 noin 6 ajoneuvoa. Suuntien välillä ei ole eroja. Käyrät noudattavat satunnaisen liikenteen käyrrä melko hyvin vaikka satunnaisen liikenteen käyrä onkin alempana kaikilla jonoprosenteilla.





Kuva 26: Jonon keskipituuden ja jonoprosentin riippuvaisuutta kuvaava pisteistö ajosuunnittain ja koko ajoradalle, analysaattoriaineisto ja satunnainen liikenne.

Rekisteritunnusaineiston osalta kaikki selitysasteet ovat yli 90 %. *Taulukon 14* mukaiset suunnittaiset käyrät koko aineistolle on esitetty *kuvassa 28*. Jonoprosentilla 50 jonon keskipituus Helsinkiin päin on noin 3 ajoneuvoa ja jonoprosentilla 80 vähän yli 6 ajoneuvoa. Maalle päin jonon keskipituus jonoprosentilla 80 on noin 5 ajoneuvoa. Satunnaisen liikenteen käyrä on hieman mitattujen käyrien alapuolella.

*Liitteessä 40* on esitetty vapaiden ajoneuvojen osuuden (100—jonoprosentti) ja liikennemäärän sekä jonon keskipituuden ja liikennemäärän riippuvaisuutta kuvaavat pisteistöt niin, että y—akselit ovat logaritmisia. Kuviin on myös piirretty regressiosuorat. Satunnaisessa liikenteessä jonon keskipituuden logaritmi ja vapaiden ajoneuvojen osuuden logaritmi ovat kaavojen (4) ja (5) mukaan liikennemäärän lineaarisia funktioita, joiden kulmakertoimet ovat vastalukuja. Satunnaisessa liikenteessä kulmakerroin on  $5/3600 = 0,0014$ . *Taulukoiden 12 ja 13* kertoimia vertailemalla huomataan, että kertoimet ovat lähes yhtä suuria ja vastalukuja. Vakiot ovat kuitenkin erisuuruisia. *Liitteen 40* kuvista voi todeta, että regressiokäyrät noudattavat likimain kaavojen (4) ja (5) ehdottamaa yhteyttä, joten teoria pitää suunnilleen paikkansa vaikka liikenne todellisuudessa ei olekaan satunnaista.

Taulukko 14: Jonon keskipituus ( $E(Q)$ ) jonoprosentin ( $p$ ) funktiona.  
Malli:  $E(Q) = a + b \times (1/(100-p))$

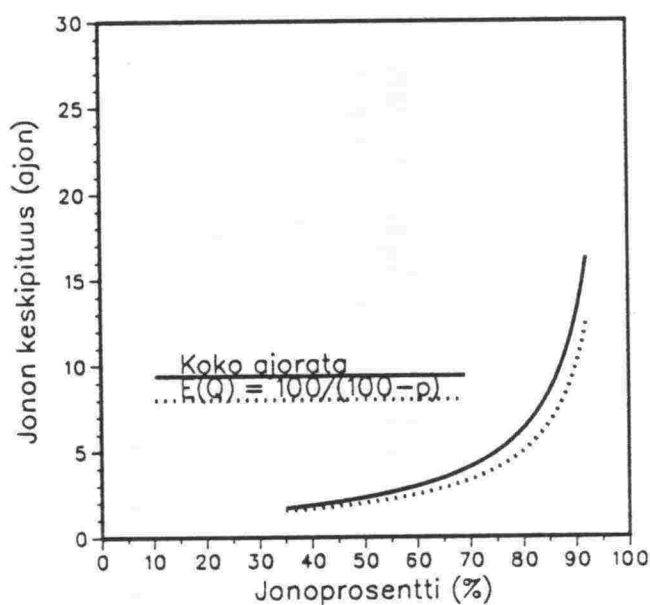
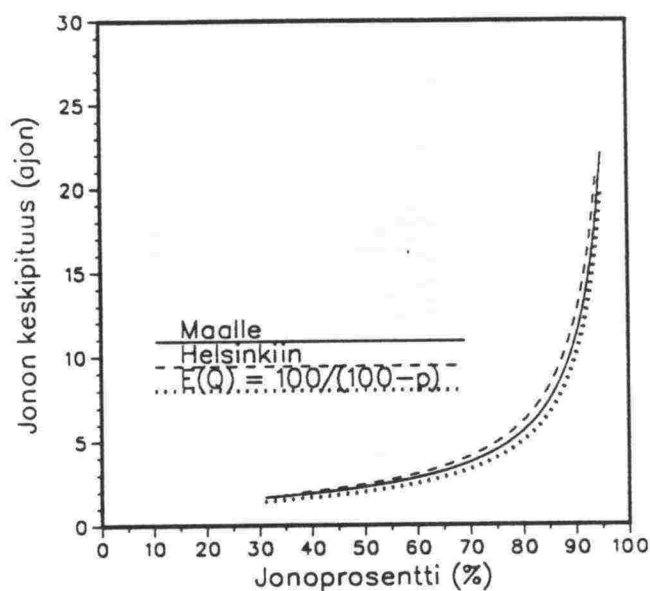
#### Analysaattoriaineisto

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste $R^2$	Havain- tojen lkm	p:n vaihtelu
1	Järvenpää	Maalle	-0,039	103,76	0,9726	53	31,8-96,3
		Helsinkiin	0,311	122,11	0,9537	53	51,9-93,0
		Yhteensä	0,180	133,00	0,9345	53	47,3-92,3
2	Mäntsälä	Maalle	0,143	109,96	0,9706	57	54,8-96,4
		Helsinkiin	-0,223	126,01	0,9639	57	45,8-95,0
		Yhteensä	-0,519	133,89	0,9697	57	57,7-91,1
3	Orimattila	Maalle	0,079	115,18	0,9746	54	32,0-93,4
		Helsinkiin	0,131	119,50	0,9696	54	38,1-92,5
		Yhteensä	-0,241	131,14	0,9653	54	35,4-89,5
4	Nastola	Maalle	-0,229	121,59	0,9428	46	31,3-85,4
		Helsinkiin	-0,472	134,32	0,9284	46	39,2-88,3
		Yhteensä	-0,574	138,55	0,9317	46	39,0-82,8
1-4	Koko aineisto	Maalle	0,099	109,70	0,9683	210	31,3-96,4
		Helsinkiin	-0,038	124,30	0,9622	210	38,1-95,0
		Yhteensä	-0,326	132,65	0,9594	210	35,4-92,3

#### Rekisteritunnusaineisto

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste $R^2$	Havainto- jen lkm	p:n vaihtelu
1a	Ohkola P	Maalle	-1,046	123,19	0,9764	12	74,6-93,1
1b	Mäntsälä E	Maalle	-0,748	117,88	0,9625	11	79,9-93,9
2a	Mäntsälä P	Helsinkiin	0,626	112,42	0,9777	21	51,4-94,7
2b	Ohkola E	Helsinkiin	0,032	128,38	0,9302	19	50,5-93,6
1a,1b	Koko aineisto	Maalle	-0,854	119,89	0,9693	23	74,6-93,9
2a,2b		Helsinkiin	0,443	118,01	0,9494	40	50,5-94,7
1a,1b 2a,2b		Molemmat	0,212	115,61	0,9433	63	50,5-94,7

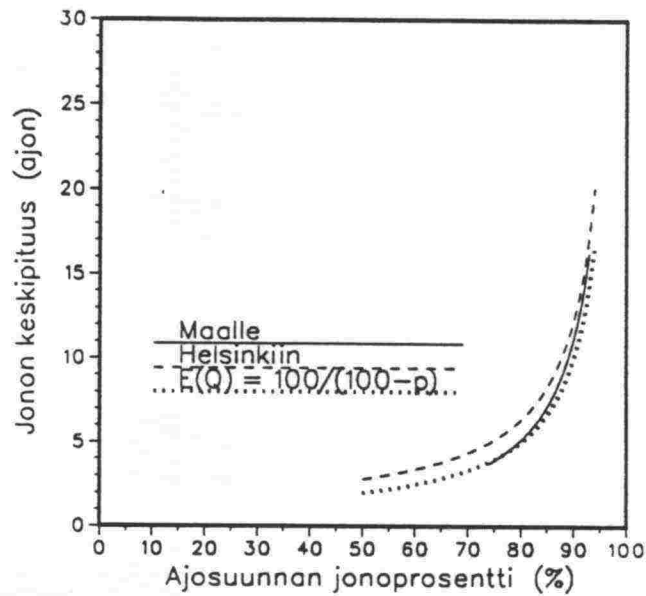




Kuva 27: Jonon keskipituus ( $E(Q)$ ) jonoprosentin ( $p$ ) funktiona ajosuunnittain ja koko ajoradalle, analysaattoriaineisto ja satunnainen liikenne.

### 8.5 Jonon nopeus ja jonon pituus

Jonon keskinopeuden ja jonon keskipituuden riippuvaisuutta kuvaavat pisteistöt on esitetty liitteessä 41. Jonoajoneuvojen keskinopeus pienenee jonon pituuden kasvaessa, mutta osa nopeuden laskusta johtuu tietysti myös liikennemäärän kasvusta.



Kuva 28: Jonon keskipituus ( $E(Q)$ ) jonoprosentin ( $p$ ) funktiona ajosuunnittain, rekisteritunnusaineisto ja satunnainen liikenne.

Regressioanalyysien tulokset on esitetty taulukossa 15. Jonossa ajavien ajoneuvojen keskinopeus laskee 4,2–8,4 km/h maalle päin ajettaessa ja 1,2–8,4 km/h Helsinkiin päin ajettaessa, kun jonon keskipituus kasvaa 10 ajoneuvolla. Selitysasteet ovat 19,5–49,9 % ja vakion arvot 90,6–97,2 km/h. Järvenpään mittauspisteessä regressiomalli ei ole tilastollisesti hyväksyttävissä Helsinkiin päin. Koko ajoradalla jonoajoneuvojen keskinopeuden lasku on 4,1–11,8 km/h jonon keskipituuden kasvaessa 10 ajon/h.

Taulukko 15: Jonoajoneuvojen keskinopeus ( $v_{sj}$ ) jonon keskipituuden ( $E(Q)$ ) funktiona, analysaattoriaineisto.

$$\text{Malli: } v_{sj} = a + b \times E(Q)$$

Piste	Paikka	Suunta	Vakio a	Kerroin b	Selitys- aste $R^2$	Havain- tojen lkm	p:n vaihtelu
1	Järvenpää	Maalle	96,63	-0,5127	0,4068	53	1,3-27,6
		Helsinkiin	90,55	-0,0122	0,0003	53	2,3-18,8
		Yhteensä	93,92	-0,4138	0,2249	53	2,2-17,9
2	Mäntsälä	Maalle	94,86	-0,5818	0,3157	57	2,0-26,8
		Helsinkiin	94,43	-0,4107	0,4990	57	2,1-27,2
		Yhteensä	96,72	-0,9096	0,4929	57	2,3-14,4
3	Orimattila	Maalle	93,22	-0,4160	0,1949	54	1,2-19,2
		Helsinkiin	94,25	-0,3905	0,2779	54	1,9-15,8
		Yhteensä	94,15	-0,5337	0,2865	54	1,6-13,2
4	Nastola	Maalle	97,18	-0,8409	0,2683	46	1,3-7,7
		Helsinkiin	95,34	-0,8428	0,3456	46	1,5-12,3
		Yhteensä	97,48	-1,1802	0,5033	46	1,5-8,0
1-4	Koko aineisto	Maalle	95,52	-0,5777	0,3305	210	1,2-27,6
		Helsinkiin	93,52	-0,3391	0,2310	210	1,5-27,2
		Yhteensä	95,25	-0,6743	0,3867	210	1,5-17,9

## 8.6 Jonon johtajan ajoneuvotyyppi ja jonojen ajoneuvokoostumus

Jonojen johtajien ja kaikkien ajoneuvojen ajoneuvotyyppijakaumat analysaattoriaineiston osalta on esitetty liitteessä 42. Jakaumat on piirretty päivä-, perjantai- ja sunnuntailiikenteestä molempiin suuntiin. Ajoneuvot on jaettu kolmeen pituusryhmään, alle 6 m, 6–14 m ja yli 14 m ajoneuvot.

Liitteen 42 kuvista nähdään, että raskaiden ajoneuvojen (yli 6 m) osuus jonojen johtajista on selvästi suurempi kuin niiden osuus kaikista ajoneuvoista sekä päivä- että viikonloppuliikenteessä molempiin suuntiin. Päiväliikenteessä raskaiden ajoneuvojen osuus on tietysti muutenkin suurempi kuin viikonloppuliikenteessä.

Noin 36 % kaikista raskaista ajoneuvoista on jonon johtajia.

Jonoajoneuvojen ja vapaiden ajoneuvojen (jonojen johtajat eivät ole mukana) ajoneuvotyyppijakaumat analysaattoriaineiston osalta on esitetty liitteessä 43. Vapaiden ajoneuvojen joukossa raskaiden ajoneuvojen osuus on ehkä hieman suurempi kuin jonoajoneuvojen joukossa. Tässä on huomattava, että vapaiden ajoneuvojen lukumäärä on pieni verrattuna jonoajoneuvojen lukumäärään varsinkin viikonloppuliikenteessä.



## 9 PALVELUTASO

### 9.1 Vuoden 1985 HCM:n mukaiset palvelutasoarvot

Vuoden 1985 Highway Capacity Manualissa (HCM) viivytysprosentti (Percent Time Delay, PTD) on katsottu merkittävimmäksi kaksikaistaisten maanteiden liikenteellistä palvelutasoa ja jononmuodostusta kuvaavaksi tekijäksi. Muut palvelutasoon vaikuttavat tekijät ovat keskimääräinen matkanopeus ja välityskyvyn käyttöaste, eli suhde  $v/c$ . Viivytysprosentti, eli se osuus matkajasta, jonka autoilijat ajavat viivytettyinä jonoissa toivottua nopeutta pienemällä nopeudella ja pystymättä ohittamaan, on käytännössä vaikea mitata maastossa. HCM:n mukaan viivytysprosenttia voidaan approksimoida niiden ajoneuvojen osuudella liikennevirrasta, joiden aikaväli edellä ajavaan on alle 5 s. Tämä vastaa meillä käytetyn jonoprosentin määrittelyä, joten meillä mitattuja jonoprosentteja voidaan siis verrata HCM:n viivytysprosentteihin.

HCM:ssä liikennöintiolosuhteet on jaettu kuuteen palvelutasoluokkaan, A–F. Luokassa A ajo-olosuhteet ovat lähes vapaat ja luokassa F tien välityskyky on jo ylittynyt. Kaksikaistaisen maantien maksimivälityskyky ihanneolosuhteissa on 2800 ha/h molempiin suuntiin yhteensä. Käytännön palvelutasolaskelmissa todelliset tie- ja liikenneolosuhteet otetaan huomioon erilaisin korjauskertoimin. Eri palvelutasojen välityskykyarvot lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$SF_i = 2800 \cdot \left( \frac{v}{c} \right)_i \cdot f_d \cdot f_w \cdot f_{HV} \quad (9)$$

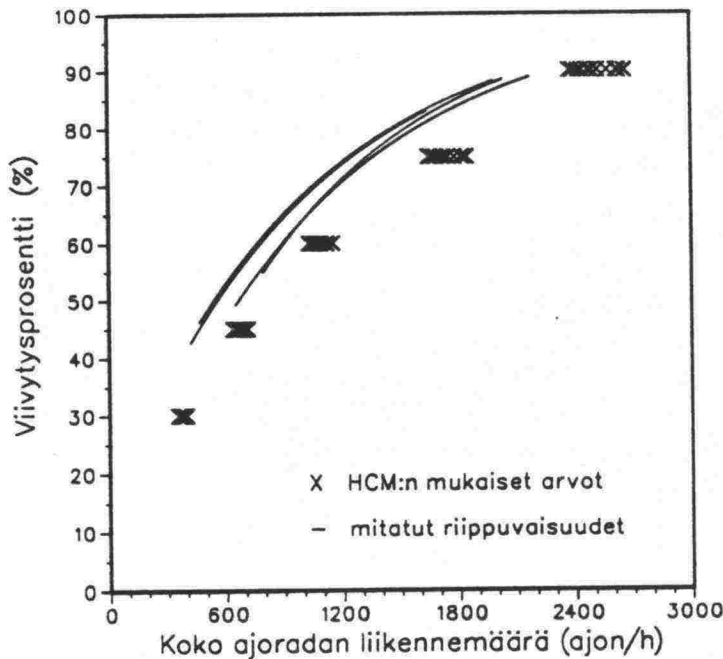
missä

- $SF_i$  = palvelutason  $i$  välityskyky (ajon/h), molemmat suunnat yhteensä
- 2800 = kaksikaistaisen tien välityskyky ihanneolosuhteissa
- $(v/c)_i$  = palvelutason  $i$  käyttöaste, johon vaikuttavat näkisyys ja näkemät
- $f_d$  = suuntajakaumakerroin
- $f_w$  = leveyskerroin ja
- $f_{HV}$  = raskasautokerroin.

### 9.2 Havaittujen ja laskettujen arvojen vertailu

Jokaiselle mittaukselle laskettiin  $SF_i$ -arvot palvelutasoille A–E kaavalla (9). Korjauskertoimet saadaan tiehallituksen laskentaohjeesta tai HCM:stä (Tie- ja vesirakennushallitus 1986, Transportation Research Board 1985). Nämä koko ajoradan maksimiliikennemäärät piirrettiin liikennemäärä–viivytysprosenttikoordinaatistoon, niin että  $x$ -arvona käytettiin laskettua  $SF_i$ -arvoa ja  $y$ -arvona kyseisen palvelutason  $i$  rajana annettua viivytysprosenttia. Samaan kuvaan piirrettiin todellisista havainnoista lasketut regressiokäyrät sekä HCM:n ihannekäyrä. Pistekohtaiset kuvat on esitetty liitteessä 44 ja kuvaan 29 on piirretty kaikki mittaukset samaan kuvaan. Kuvaan 30 on käyrien sijasta piirretty havainnot. Kuvista nähdään, että tietyllä jonoprosentilla mitatut keskimääräiset liikennemäärät (15 min arvoista lasketut) ovat selvästi

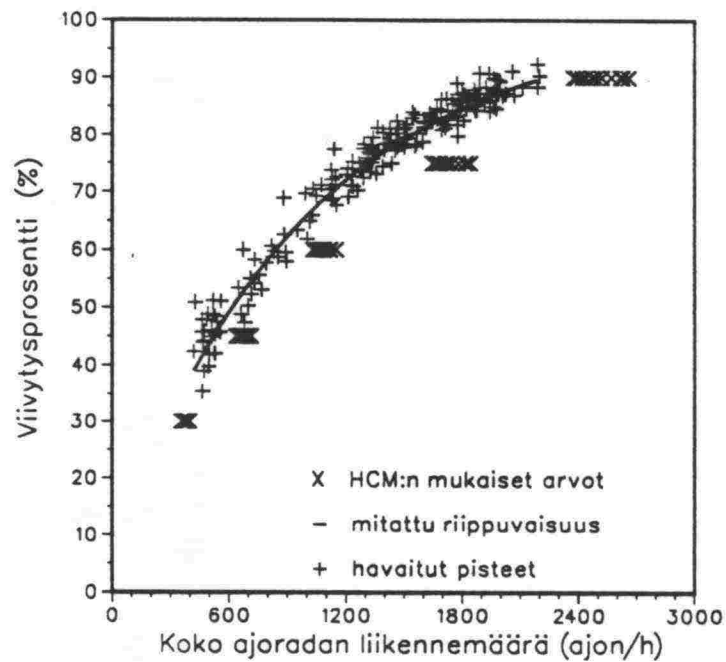
pienemmät kuin mitä HCM:n mukaiset laskelmat edellyttäisivät. HCM:n ihannekäyrästä todellisia olosuhteita varten lasketut pisteet sijoittuvat siis mitattujen käyrien oikealle puolelle. Kuvassa 29 on esitetty mitattujen ja laskettujen liikennemäärien välinen riippuvaisuus. Tässä tutkimuksessa mitatut jonoprosentit ovat siis tietyllä liikennemäärällä suurempia kuin HCM:n mukaan pitäisi olla näissä tie- ja liikenneolosuhteissa.



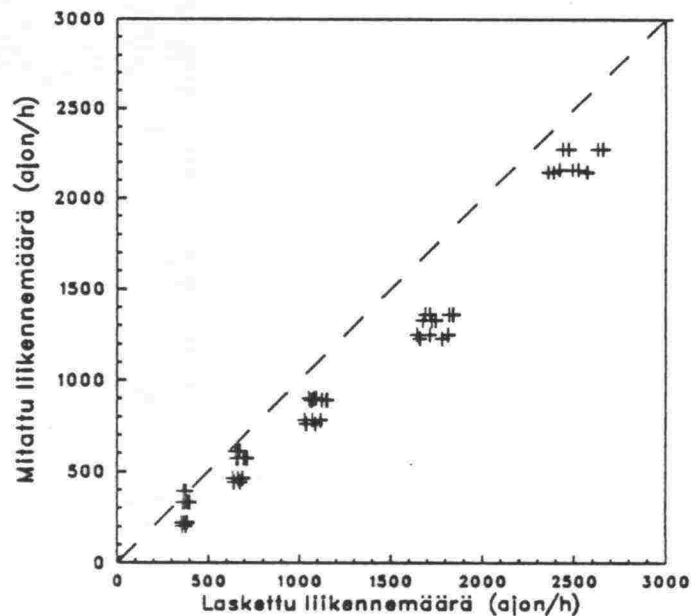
Kuva 29: Viivytysprosentin (jonoprosentin) riippuvaisuus koko ajoradan liikennemäärästä, havainnoista piirrettyt käyrät sekä HCM:n perusteella lasketut liikennemäärät, analysaattoriaineisto.

HCM antaa siis liian hyvän kuvan nyt tutkittujen moottoriliikenneteiden palvelutasosta. Syyt tähän voivat olla monenlaisia. Yksi mahdollisuus on, että kaavan (9) kertoimet eivät sellaisenaan sovi suomalaisiin olosuhteisiin. Kertoimet on kehitetty amerikkalaisissa olosuhteissa ja geometrialtaan moottoriliikenneteitä vastaavia teitä ei sieltä välttämättä löydy. Aikaisemmin on arveltu (Tie- ja vesirakennushallitus 1987), että HCM liioittelee geometristen tekijöiden vaikutusta. Mäkisyyden ja näkemien vaikutus näkyvät erityisesti käyttöastekertoimessa, joka vaikuttaa voimakkaasti  $SF_1$ -arvoihin. Moottoriliikenneteillä geometria on hyvä ja korjauskertoimista tulee ilmeisesti liian suuria, mikä johtaa liian suuriin liikennemääriin.

Toinen syy eroihin voi mahdollisesti olla se, että HCM:n esittämä keskimääräisen matkanopeuden ja liikennemäärän välinen riippuvaisuus on erilainen kuin suomalaisissa olosuhteissa mitattu riippuvaisuus. HCM:n mukaan keskinopeus laskee noin 8 km/h ihanneolosuhteissa liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Todellisissa liikenneolosuhteissa nopeuden lasku on vielä jyrkempää. Suomessa keskinopeuden lasku on noin 5 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. On todennäköistä, että nopeudet vaikuttavat epäsuorasti kaavan (9) kertoimiin.



Kuva 30: Viivytysprosentin (jonoprocentin) riippuvaisuus koko ajoradan liikennemäärästä, havainnot sekä HCM:n perusteella lasketut liikennemäärät, koko analysaattoriaineisto.



Kuva 31: Mitattujen ja HCM:n perusteella laskettujen liikennemäärien välinen riippuvaisuus, koko analysaattoriaineisto.

Viivytysprosentin mittana käytetty 5 s aikaväli voi myös olla jossain määrin virheellinen approksimaatio. Viiden sekunnin aikaväli voi itse asiassa olla liian pitkä jononmuodostuksen mittarina.



## 10 YHTEENVETO

### Tarkoitus

Työn tarkoituksena oli selvittää moottoriliikenneteiden liikennevirran perusominaisuuksia. Tässä raportissa on esitetty tehdyt mittaukset ja kerätyn aineiston kuvaus sekä joukko yksinkertaisia perusanalyyskejä. Jatkotyössä aineistoa analysoidaan edelleen ja pyrkimyksenä on moottoriliikenneteiden liikennevirran ominaisuuksien syvällisempi analyysi.

### Tutkimusmenetelmät ja mittausaineisto

Pääasiallisena tutkimusmenetelmänä käytettiin pistekohtaisia liikenneanalyysaattorimittauksia. Pitkien tiejaksojen liikennevirran tarkastelua varten mittausmenetelmänä käytettiin rekisteritunnustutkimuksia videokameralla.

Liikenneanalyysaattorimittaukset tehtiin elo-syyskuussa 1990 ja tietoja kerättiin neljästä mittauspisteestä yhteensä noin 55 tuntia. Mittauspisteistä kolme sijaitsi vt 4:llä välillä Järvenpää–Lahti ja yksi sijaitsi vt 5:llä välillä Lahti–Heinola. Rekisteritunnustutkimukset tehtiin kesäkuussa 1990 samanaikaisesti kahdessa pisteessä vt 4:llä välillä Järvenpää–Mäntsälä. Kuvauksia tehtiin kolmen tunnin jaksoissa yhteensä yhdeksän tuntia. Kaikissa mittauspisteissä mitattiin sekä hiljaisessa arkipäiväliikenteessä että vilkkaassa perjantai- ja sunnuntailiikenteessä.

### Aineiston käsittely ja analysointi

Aineiston peruskäsittelyssä jonokriteerinä käytettiin 5 s aikaväliä edellä ajavaan. Aineistot käsiteltiin liikennelaboratorion liikennevirtaohjelmilla 15 min aikajaksoissa. Liikennemäärinä on käytetty 15 min arvoihin perustuvia laskennallisia liikennemääriä. Käsittelyohjelmien tulostuksista piirrettiin kuvia tarkasteluja varten.

Analysaattoriaineistoa varten tehdyt perusohjelmat tulostavat aikajaksottain liikennemäärän, matkajakauman keskinopeuden, liikennetiheyden, ajoneuvojen pituus- ja tyyppijakaumat sekä aikaväli- ja nopeusjakaumat vapaille, jonossa ajaville, ohittaville ja kaikille ajoneuvoille suunnittain ja koko ajoradalle. Lisäksi saadaan jonoprosentti, jonojen lukumäärä, jonojen keskipituus sekä jonojen pituusjakaumat suunnittain ja koko ajoradalle.

Rekisteritunnustutkimusohjelma laskee aikajaksottain ja ajoneuvotyypeittäin liikennemäärän molemmissa mittauspisteissä, liikennevirran pisteiden välillä, keskimääräiset matka-ajat ja -nopeudet sekä niiden jakaumat ja hajonnat, välillä pysähtyneiden ajoneuvojen lukumäärän sekä keskimääräiset pysähtymisajat ja niiden jakaumat, aktiivisten ja passiivisten ohitusten lukumäärän sekä niiden jakaumat. Rekisteritunnustutkimusten pistekohtaiset jono- ja aikavälitiedot käsiteltiin samantyyppisellä ohjelmalla kuin analysaattoriaineisto.

Analyyseissä käytettiin lineaarista regressioanalyysiä. Nopeuksille, jonoprosenteille ja jonon keskipituuksille tehtiin lineaarisia regressiomalleja. Jonotarkasteluissa käytetyt eksponentiaaliset funktiot muutettiin lineaariseen muotoon logaritmoimalla. Mallit tehtiin sekä mittauspisteittäin että koko aineistolle ja mahdollisuuksien mukaan sekä molemmille suunnille erikseen.

että koko ajoradalle. Poikkeukselliset ruuhkahavainnot poistettiin. Havainto katsottiin poikkeukselliseksi, jos liikenne kyseisen aikajakson tai edeltäneiden aikajaksojen aikana oli pysähtynyt hetkellisesti.

### **Liikennemäärät ja nopeudet**

Mittaukset tehtiin kesäolosuhteissa, jolloin viikonloppuliikenne on vilkkaimmillaan. Päiväliikenteessä ajosuunnan liikennemäärä vaihteli 200–400 ajon/h ja koko ajoradan liikennemäärä 400–800 ajon/h.

Perjantailiikenteessä liikennemäärä vt 4:llä maalle päin oli 1300–1600 ajon/h ja Helsinkiin päin 300–500 ajon/h. Koko ajoradan liikennemäärä oli 1700–2200 ajon/h. Suurin liikennemäärä, 1697 ajon/h, maalle päin havaittiin Järvenpään mittauspisteessä. Koko ajoradalle havaittu maksimiliikennemäärä oli 2198 ajon/h. Vt 5:llä liikennemäärät olivat selvästi pienempiä kuin vt 4:llä.

Sunnuntailiikenteessä liikennemäärä vt 4:llä maalle päin oli 300–600 ajon/h ja Helsinkiin päin 1100–1500 ajon/h. Koko ajoradan liikennemäärä oli 1500–2000 ajon/h. Suurin havaittu liikennemäärä Helsinkiin päin oli 1590 ajon/h Orimattilan mittauspisteessä. Koko ajoradalle havaittiin maksimiliikennemäärä 1990 ajon/h. Vt 5:llä liikennemäärät olivat selvästi pienempiä kuin vt 4:llä.

Päiväliikenteessä liikenne jakautui melko tasaisesti molemmille suunnille. Vt 4:llä Lahteen päin kulki hiukan enemmän autoja kuin Helsinkiin päin. Viikonloppuisin liikenne jakautui erittäin epätasaisesti suunnille. Pääsuuntaan kulki noin 70–80 % liikenteestä.

Päiväliikenteessä raskaiden ajoneuvojen osuus oli noin 10–17 %. Viikonloppuliikenteessä raskaita ajoneuvoja oli 4–7 % koko liikenteestä. Perjantaina raskaiden ajoneuvojen osuus oli vähän suurempi kuin sunnuntaina. Pääsuuntaan vastaan kulkeneessa liikenteessä raskaiden ajoneuvojen osuus oli suurempi kuin pääsuuntaan kulkeneessa liikenteessä.

Päiväliikenteessä keskinopeudet vaihtelivat välillä 90–100 km/h molempiin suuntiin. Perjantailiikenteessä pääsuunnan keskinopeudet Järvenpään ja Mäntsälän mittauspisteissä olivat 80–90 km/h. Näissä pisteissä havaittiin myös lyhytaikaista ruuhkautumista jolloin liikenne pysähtyi noin 5 min ajaksi. Orimattilan ja Nastolan mittauspisteissä pääsuunnan keskinopeudet olivat 80–100 km/h eikä pysähdyksiä esiintynyt lainkaan. Sunnuntailiikenteessä keskinopeudet vaihtelivat välillä 85–95 km/h kaikissa mittauspisteissä.

Pistenopeuksien aikajakaumien summakäyrät nousivat jyrkästi nopeudesta 75–85 km/h. Liikennemäärän kasvaessa nopeudet alenivat mutta erot olivat pieniä. Nopeusrajoituksen (100 km/h) ylittäjien osuus pieneni liikennemäärän kasvaessa.

Rekisteritunnustutkimuksesta saatu keskimääräinen matkanopeus pieneni noin 5 km/h ajosuunnan liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h.

### **Liikennevirran perusyhtälön kuvaajat**

Ennen analyysyä poistettiin kaikki poikkeukselliset havainnot ja häiriöttömälle liikenteelle tehtiin lineaariset mallit.



Ajosuunnan keskinopeus laski 2,4–7,4 km/h liikennetiheyden kasvaessa 10 ajon/km. Kaikissa mittauspisteissä keskinopeuden lasku oli suurempi maalle päin kuin Helsinkiin päin kulkeneessa liikenteessä. Koko ajoradan keskinopeus laski 3,3–7,8 km/h liikennetiheyden kasvaessa 10 ajon/km. Ajosuunnan liikennetiheyden vaihtelu oli 1,8–20,9 ajon/km ja koko ajoradan vaihtelu oli 4,3–26,6 ajon/km.

Ajosuunnan keskinopeus laski 0,8–7,8 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Kaikissa mittauspisteissä keskinopeuden lasku oli jyrkempää maalle päin kuin Helsinkiin päin. Koko ajoradan osalta keskinopeus laski 0,7–8,8 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Ajosuunnan vapaan nopeuden vaihtelu oli 93,9–99,2 km/h ja koko ajoradan vaihtelu oli 97,3–104,8 km/h.

Pistemittauksista saadut keskinopeudet olivat hieman korkeampia kuin rekisteritunnustutkimuksesta saadut keskimääräiset matkanopeudet. Keskinopeuden lasku liikennemäärän funktiona oli kuitenkin melkein sama.

Nopeuksien keskihajonnan lasku oli 0,5–3,3 km/h ajosuunnan liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Koko ajoradalle hajonnan lasku oli 1,2–1,9 km/h.

Liikennemäärän ja liikennetiheyden välinen riippuvaisuus oli lähes lineaarinen.

### Ohitukset

Suurin osa ajoneuvoista ei tehnyt ainuttakaan ohitusta tutkituilla tiejaksoilla (10,6 km ja 16,3 km). Noin 35–50 % ajoneuvoista ohitti 1–3 ajoneuvoa ja enemmän kuin 3 ajoneuvoa ohitettiin hyvin harvoin.

Liikennevirran ohitustiheys eli aktiivisten ohitusten lukumäärä aika- ja pituusyksikköä kohti vaihteli melko paljon. Päiväliikenteessä ohitustiheys oli 25–75 aktiivista ohit/kmh. Perjantailiikenteessä ohitustiheys oli 100–225 akt.ohit/kmh ja sunnuntailiikenteessä 100–300 akt.ohit/kmh. Todellinen ohitustiheys on selvästi pienempi kuin teorian avulla laskettu ohitustarve. Teoriassa ohitusten määrä kasvaa liikennemäärän neliössä. Yksittäisen ajoneuvon ohitustiheys päiväliikenteessä oli noin 0,08–0,17 akt.ohit/ajonkm. Perjantailiikenteessä yksittäisen ajoneuvon ohitustiheys oli noin 0,10–0,20 ja sunnuntailiikenteessä noin 0,08–0,22 akt.ohit/ajonkm.

### Aikavälit

Aikavälijakaumien tiheyskäyrän huippu oli yleensä 1–2 s välillä. Huipun korkeus oli yleensä 20–30 % ja se kasvoi liikennemäärän mukana, mutta erot olivat pienet. Noin 50–65 % aikaväleistä oli pienempiä kuin 2 s. Alle 1 s aikavälien osuus (vaarallisen lyhyet aikavälit) oli 0–25 %. Selvää yhteyttä pienten aikavälien ja liikennemäärän välillä ei ollut. Yli 10 s aikavälien osuus oli 0–25 % ja osuus pieneni selvästi liikennemäärän kasvaessa.

### Jononmuodostus

Vapaiden ajoneuvojen keskinopeus oli lähes aina suurempi kuin jonoajoneuvojen nopeus. Nopeusrajoituksen ylittäjien osuus oli tietenkin suurempi vapai-



den ajoneuvojen kuin jonoajoneuvojen joukossa. Vapaiden ajoneuvojen osalta nopeusrajoituksen ylittäjien osuus oli 15–60 % ja jonoajoneuvojen osalta 5–35 %. Ylittäjien osuus pieneni liikennemäärän kasvaessa.

Maalle päin vapaiden ajoneuvojen keskinopeus laski 2,5–6,4 km/h ja Helsinkiin päin 2,0–3,0 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Koko ajoradalla nopeuden lasku oli 1,7–5,1 km/h.

Maalle päin jonoajoneuvojen keskinopeus laski 3,5–7,4 km/h ja Helsinkiin päin 2,9–4,8 km/h liikennemäärän kasvaessa 1000 ajon/h. Koko ajoradalla nopeuden lasku oli 1,9–7,8 km/h.

Jonoprosentti on voimakkaasti riippuvainen liikennemäärästä. Ajosuunnan liikennemäärällä 300 ajon/h jonoprosentti oli 40–65, liikennemäärällä 500 ajon/h 55–70, liikennemäärällä 1000 ajon/h 80–90 ja liikennemäärällä 1500 yli 90. Jonoprosentit olivat hieman korkeampia Helsinkiin päin kuin maalle päin varsinkin pienillä liikennemäärillä. Vastakkaisen suunnan liikennemäärän kasvaessa jonoprosentti kasvoi. Koko ajoradan jonoprosentit ovat pienempiä kuin vastaavat ajosuuntien jonoprosentit. Tämä johtuu liikenteen suuntajakauman epätasapainosta.

Jonojen keskipituus kasvoi luonnollisesti liikennemäärän kasvaessa mutta oli kuitenkin yleensä alle 15 ajoneuvoa. Ajosuunnan liikennemäärällä 300 ajon/h jonojen keskipituus oli 1,5–3,5, liikennemäärällä 500 ajon/h 2,5–4,5, liikennemäärällä 1000 ajon/h 5,5–8,5 ja liikennemäärällä 1500 ajon/h 11,5–19 ajoneuvoa. Jonot olivat hieman pitempiä Helsinkiin päin kuin maalle päin. Vastakkaisen suunnan liikennemäärän kasvaessa jonot pitenivät. Koko ajoradan jonojen keskipituudet olivat pienempiä ja kasvoivat hitaammin liikennemäärän mukana kuin suunnittaisten jonojen keskipituudet.

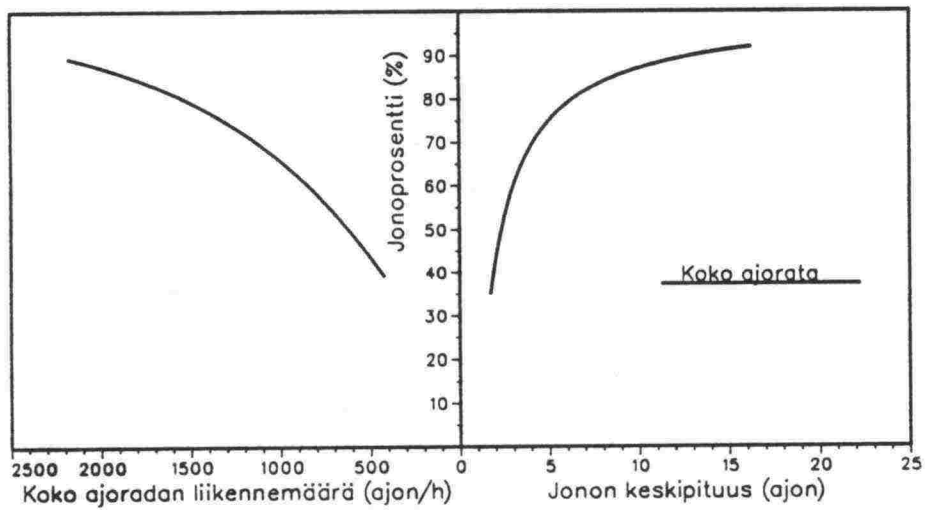
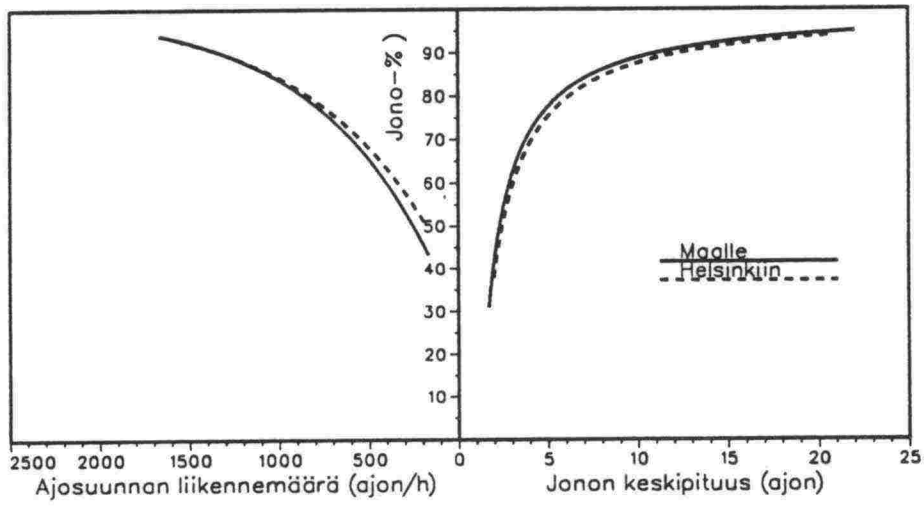
Jonojen pituusjakaumia tarkasteltaessa havaittiin, että pienillä liikennemäärillä suurin osa jonoista oli yhden tai kahden ajoneuvon jonoja (jonon johtaja ei kuulu jonoon). Liikennemäärän kasvaessa jonot pitenivät ja pituusjakauma tasaantui. Yhden tai kahden ajoneuvon jonot olivat suurillakin liikennemäärillä yleisiä mutta pitkiäkin jonoja esiintyi. Yli 50 ajoneuvon jonot olivat kuitenkin hyvin harvinaisia. Jonojen pituudet ja pituuksien hajonta olivat hieman suurempia Helsinkiin päin kuin maalle päin.

Jonon keskipituus kasvaa jonoprosentin kasvaessa. Oheisessa kuvassa on esitetty koko aineiston regressiokäyrät liikennemäärän, jonoprosentin ja jonon keskipituuden välisille riippuvaisuuksille.

Raskaiden ajoneuvojen osuus jonojen johtajista oli selvästi suurempi kuin niiden osuus kaikista ajoneuvoista sekä päivä- että viikonloppuliikenteessä molempiin suuntiin. Noin 36 % kaikista raskaista ajoneuvoista oli jonon johtajia.

### Palvelutaso

Palvelutasa tarkasteltiin vertaamalla havaittuja jonoprosentteja vuoden 1985 HCM:ssä palvelutason mitaksi ehdotettuun viivytysprosenttiin. Mitatut jonoprosentit olivat tietyllä liikennemäärällä selvästi suurempia kuin HCM:n mukaiset arvot vastaavissa tie- ja liikenneolosuhteissa. HCM antaa siis liian hyvän kuvan nyt tutkittujen moottoriliikenneteiden todellisesta palvelutasosta.



## 11 KIRJALLISUUSLUETTELO

**Tekniikan käsikirja 6, Liikennetekniikka 1975.** 8.p. Jyväskylä: K.J. Gummerus Osakeyhtiö. 611 s. ISBN-951-20-0425-9.

**Tie- ja vesirakennushallitus, Liikennetoimisto, Teknillinen korkeakoulu, Liikennelaboratorio 1982.** Tutkimus vaihtuvien nopeusrajoitusten käytöstä ja edellytyksistä Jorvaksentiellä, 1. vaihe: Nopeusrajoituksen ja sään vaikutus liikennevirtaan. Helsinki. 121 s. TVH 741940.

**Tie- ja vesirakennushallitus, Liikennetoimisto, Teknillinen korkeakoulu, Liikennelaboratorio 1984.** Tutkimus vaihtuvien nopeusrajoitusten käytöstä ja edellytyksistä Jorvaksentiellä, 2. vaihe: Nopeusohjauksen periaatteita ja analyysejä nopeusrajoituksen ja sään vaikutuksesta liikennevirtaan. Helsinki. 206 s. TVH 741809. ISBN-951-46-7205-4.

**Tie- ja vesirakennushallitus, Tiensuunnittelutoimisto 1986.** Kaksikaistaisen tien liikenteellinen palvelutaso. Helsinki. 24 s. TVH 723856. ISBN-951-46-7356-5.

**Tie- ja vesirakennushallitus, Tiensuunnittelutoimisto, Teknillinen korkeakoulu, Liikennelaboratorio 1987.** Jononmuodostus kaksikaistaisilla teillä. Helsinki. 247 s.

**Transportation Research Board 1985.** Highway Capacity Manual. Special Report 209. TRB, National Research Council. Washington D.C.. 504 s. ISBN-0-309-03821-9.

**Wardrop, J.G. 1952.** Some theoretical aspects of road traffic research. Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Vol. 1, Part II. London. 58 s.



## 12 LIITTEET

- |       |     |  |
|-------|-----|--|
| Liite | 1.  | Mittaukset ja aineiston määrä.   |
| Liite | 2.  | Liikennemäärän ja keskinopeuden aikavaihtelut, analysaattoriaineisto.  |
| Liite | 3.  | Liikennemäärän aikavaihtelut, rekisteritunnusaineisto.   |
| Liite | 4.  | Nopeusjakauman keskihajonnan aikavaihtelut, analysaattoriaineisto.   |
| Liite | 5.  | Vapaiden, jonossa ajavien ja kaikkien ajoneuvojen nopeuksien aikajakaumat, summakäyrät suunnittain eri liikennemäärillä, 15 min aikajakso, analysaattoriaineisto.  |
| Liite | 6.  | Vapaiden, jonossa ajavien ja kaikkien ajoneuvojen nopeuksien aikajakaumat, summakäyrät koko ajoradalle eri liikennemäärillä, sunnuntai- ja perjantailiikenne, 15 min aikajakso, analysaattoriaineisto.         |
| Liite | 7.  | Vapaiden, jonossa ajavien ja kaikkien ajoneuvojen nopeuksien aikajakaumat, summakäyrät suunnittain eri liikennemäärillä, 60 min aikajakso, analysaattoriaineisto.  |
| Liite | 8.  | Vapaiden, jonossa ajavien ja kaikkien ajoneuvojen nopeuksien aikajakaumat, summakäyrät koko ajoradalle eri liikennemäärillä, sunnuntai-, perjantai- ja päiväliikenne, 60 min aikajakso, analysaattoriaineisto. |
| Liite | 9.  | Matkanopeuden ja matka-ajan aikavaihtelut, rekisteritunnusaineisto.  |
| Liite | 10. | Matkanopeusjakauman summakäyrät, rekisteritunnusaineisto.  |
| Liite | 11. | Eri ajoneuvotyyppien matkanopeuden riippuvaisuus liikennemäärästä sekä matkanopeusjakauman summakäyrät, rekisteritunnusaineisto.   |
| Liite | 12. | Liikennemäärän, keskinopeuden ja liikennetiheyden väliset riippuvaisuudet (peruskuvaajat), analysaattoriaineisto.  |
| Liite | 13. | Nopeusjakauman keskihajonnan riippuvaisuus liikennemäärästä, analysaattoriaineisto.  |
| Liite | 14. | Aikajakauman keskinopeuden sekä 15 ja 85 %:n nopeuksien riippuvaisuus liikennemäärästä, analysaattoriaineisto.   |
| Liite | 15. | Aktiivisten ja passiivisten ohitusten jakaumat, rekisteritunnusaineisto.   |
| Liite | 16. | Eri ajoneuvotyyppien ohitusjakaumien summakäyrät, rekisteritunnusaineisto.   |
| Liite | 17. | Kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen ohitusjakaumat, rekisteritunnusaineisto.   |

LIITTEET

---

- |       |     |   |
|-------|-----|---|
| Liite | 18. | Bruttoaikavälijakaumat suunnittain eri liikennemäärillä, tiheys- ja summakäyrät, 15 min aikajakso, analysaattoriaineisto. |
| Liite | 19. | Bruttoaikavälijakaumat suunnittain eri liikennemäärillä, tiheys- ja summakäyrät, 60 min aikajakso, analysaattoriaineisto. |
| Liite | 20. | Aikavälijakaumat rekisteritunnustutkimuspisteissä eri liikennemäärillä, tiheys- ja summakäyrät, 15 min aikajakso.         |
| Liite | 21. | Peräkkäisten ajoneuvojen nopeuseron riippuvaisuus bruttoaikavälistä, analysaattoriaineisto.                               |
| Liite | 22. | Peräkkäisten ajoneuvojen nopeuseron hajonnan riippuvaisuus bruttoaikavälistä, analysaattoriaineisto.                      |
| Liite | 23. | Alle yhden sekunnin bruttoaikavälien osuuden riippuvaisuus liikennemäärästä, analysaattoriaineisto.                       |
| Liite | 24. | Vapaiden ja jonossa ajavien ajoneuvojen keskinopeuden riippuvaisuus liikennemäärästä, analysaattoriaineisto.              |
| Liite | 25. | Nopeuden keskihajonnan riippuvaisuus liikennemäärästä vapaille ja jonossa ajaville ajoneuvoille, analysaattoriaineisto.   |
| Liite | 26. | Jonoprosentin aikavaihtelut, analysaattoriaineisto.   |
| Liite | 27. | Jonoprosentin aikavaihtelut, rekisteritunnusaineisto.   |
| Liite | 28. | Jonoprosentin riippuvaisuus liikennemäärästä, analysaattoriaineisto.  |
| Liite | 29. | Jonoprosentin riippuvaisuus liikennemäärästä, rekisteritunnusaineisto.  |
| Liite | 30. | Jonon keskipituuden riippuvaisuus liikennemäärästä, analysaattoriaineisto.  |
| Liite | 31. | Jonon keskipituuden riippuvaisuus liikennemäärästä, rekisteritunnusaineisto.  |
| Liite | 32. | Jonojen pituusjakaumat suunnittain eri liikennemäärillä, 15 min aikajakso, analysaattoriaineisto.                         |
| Liite | 33. | Jonojen pituusjakaumat koko ajoradalle eri liikennemäärillä, 15 min aikajakso, analysaattoriaineisto.                     |
| Liite | 34. | Jonojen pituusjakaumat suunnittain eri liikennemäärillä, 60 min aikajakso, analysaattoriaineisto.                         |
| Liite | 35. | Jonojen pituusjakaumat koko ajoradalle eri liikennemäärillä, 60 min aikajakso, analysaattoriaineisto.                     |
| Liite | 36. | Jonojen pituusjakaumat eri liikennemäärillä, 15 min aikajakso, rekisteritunnusaineisto.                                   |

- 
- |       |     |   |
|-------|-----|---|
| Liite | 37. | Jonon keskipituuden riippuvaisuus jonoprosentista, analysaattoriaineisto.   |
| Liite | 38. | Jonon keskipituuden riippuvaisuus jonoprosentista, rekisteritunnusaineisto.   |
| Liite | 39. | Jonon pituuden keskihajonnan riippuvaisuus jonoprosentista, analysaattoriaineisto.  |
| Liite | 40. | Vapaiden ajoneuvojen osuuden logaritmi sekä jonon keskipituuden logaritmi liikennemäärän funktiona, analysaattoriaineisto.  |
| Liite | 41. | Jonoajoneuvojen keskinopeuden riippuvaisuus jonon keskipituudesta, analysaattoriaineisto.   |
| Liite | 42. | Jonojen johtajien ja kaikkien ajoneuvojen tyyppijakauma päivä-, perjantai- ja sunnuntailiikenteessä molemmille suunnille, analysaattoriaineisto.  |
| Liite | 43. | Jonoajoneuvojen ja vapaiden ajoneuvojen (jonojen johtajat eivät ole mukana) tyyppijakauma päivä-, perjantai- ja sunnuntailiikenteessä molemmille suunnille, analysaattoriaineisto.  |
| Liite | 44. | Viivytysprosentin (jonoprosentin) riippuvaisuus liikennemäärästä eri mittauspisteissä, havainnoista piirretyt käyrät, HCM:n ihannekäyrä ja siitä lasketut palvelutasojen välityskyvyt (symbolit viittaavat eri mittauksiin), analysaattoriaineisto. |



**Mittaukset ja aineiston määrä**  
(pisteiden numerot viittaavat taulukkoon 1)

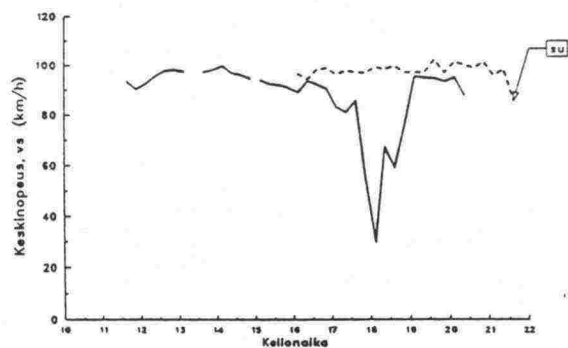
Liikenneanalysaattorimittaukset elo-syyskuussa 1990

Pisteen n:o	Tie	Paikka	Pvm	Klo	Aika	15 min aikajak- sojen lkm	Ajoneuvojen lkm mittausjaksolla	
					h min		Maalle	Hkiin
1	vt 4	Järvenpää	to 09.08	11.20 - 13.25	02 05	7	785	649
				13.30 - 15.01	01 31	6	731	600
			pe 10.08	14.50 - 20.32	05 42	22	7172	2688
			su 12.08	15.58 - 21.47	05 49	23	1975	7170
2	vt 4	Mäntsälä	to 30.08	14.21 - 17.33	03 12	12	2238	1247
			pe 31.08	15.11 - 20.32	05 21	21	6590	2058
			su 02.09	14.10 - 20.48	06 38	26	2871	8358
3	vt 4	Orimattila	to 30.08	10.14 - 13.15	03 01	12	837	758
			pe 24.08	14.47 - 20.32	05 45	23	7656	2232
			su 26.08	16.25 - 22.04	05 39	22	1941	7338
4	vt 5	Nastola	to 16.08	11.59 - 15.01	03 02	12	724	743
			pe 17.08	16.14 - 21.01	04 47	19	4375	1707
			su 19.08	16.07 - 20.03	03 56	15	1416	3816

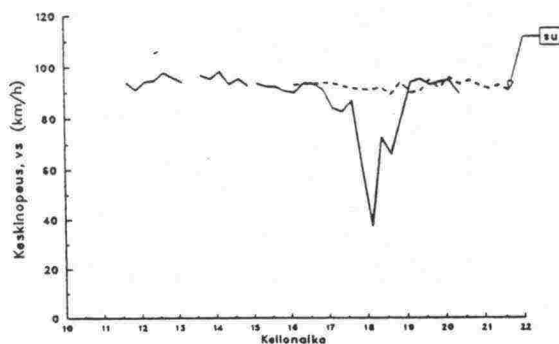
Rekisteritunnustutkimukset 1990

Pvm	Tarkastelu aika	Paikat	Suunta	Matka- väli (km)	Ajoneuvojen lkm tarkastelu suuntaan			
					1a	1b	2a	2b
to 14.06	n. 13.45 - 15.45	Mäntsälä P (2a)- Ohkola E (2b)	Helsinkiin	16,29			864	809
pe 15.06	n. 17.00 - 20.00	Ohkola P (1a)- Mäntsälä E (1b)	Lahteen	10,57	3579	3792		
su 17.06	n. 18.00 - 21.00	Mäntsälä P (2a)- Ohkola E (2b)	Helsinkiin	16,29			3804	3281

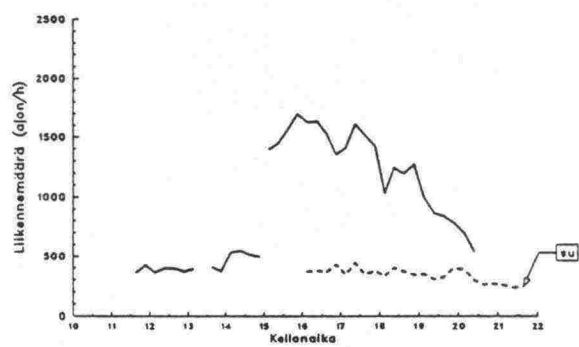
Vt 4 JÄRVENPÄÄ  
to 9.8., pe 10.8. ja su 12.8.1990  
Lahteen



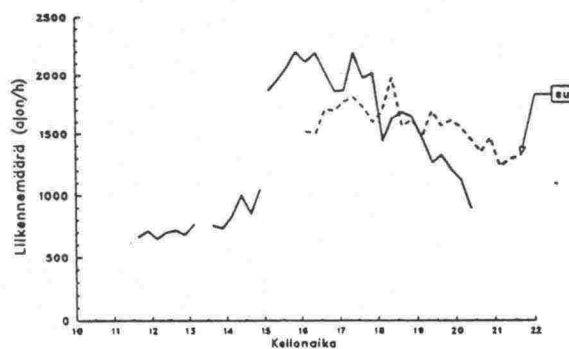
Vt 4 JÄRVENPÄÄ  
to 9.8., pe 10.8. ja su 12.8.1990  
koko ajorata



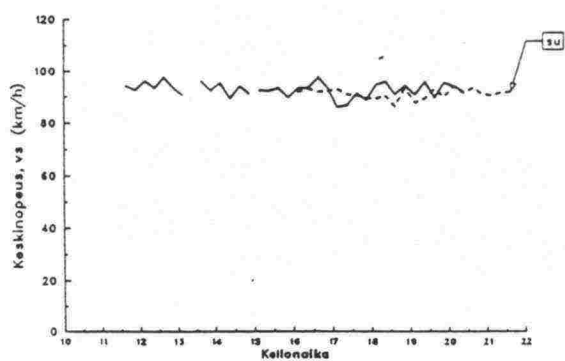
Vt 4 JÄRVENPÄÄ  
to 9.8., pe 10.8. ja su 12.8.1990  
Lahteen



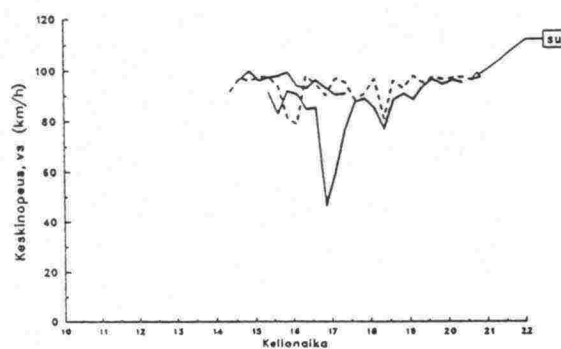
Vt 4 JÄRVENPÄÄ  
to 9.8., pe 10.8. ja su 12.8.1990  
koko ajorata



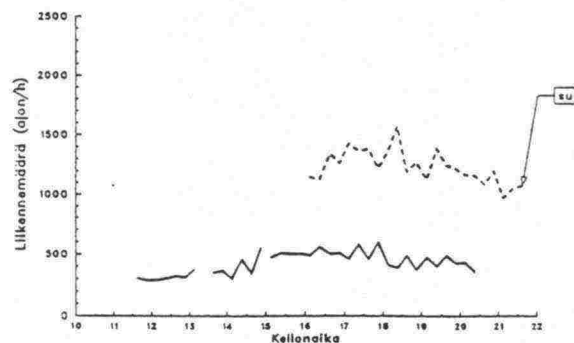
Vt 4 JÄRVENPÄÄ  
to 9.8., pe 10.8. ja su 12.8.1990  
Helsinkiin



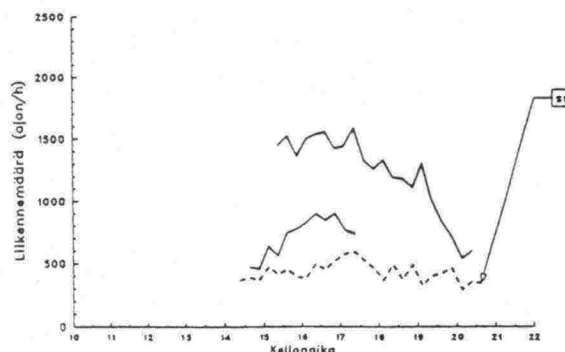
Vt 4 MÄNTSÄLÄ  
to 30.8., pe 31.8. ja su 2.9.1990  
Lahteen



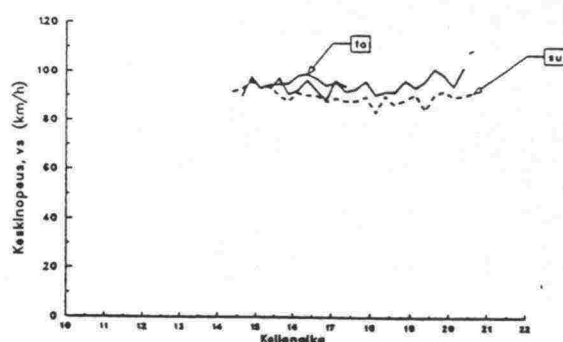
Vt 4 JÄRVENPÄÄ  
to 9.8., pe 10.8. ja su 12.8.1990  
Helsinkiin



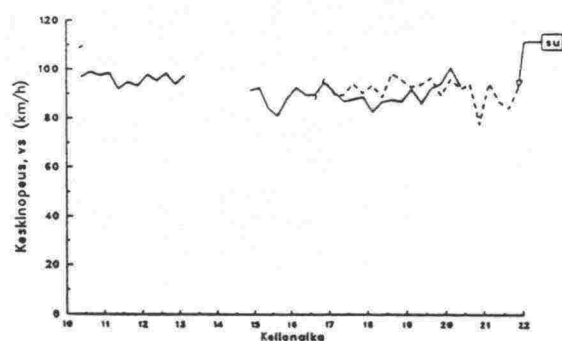
Vt 4 MÄNTSÄLÄ  
to 30.8., pe 31.8. ja su 2.9.1990  
Lahteen



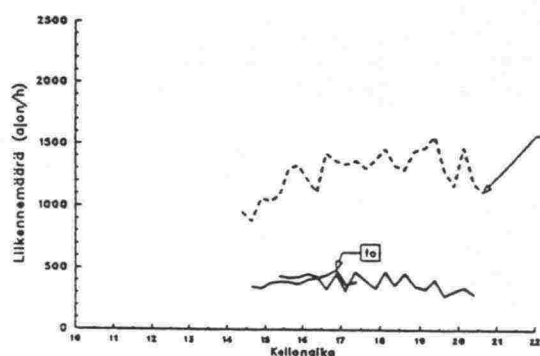
Vt 4 MÄNTSÄLÄ  
to 30.8., pe 31.8. ja su 2.9.1990  
Helsinkiin



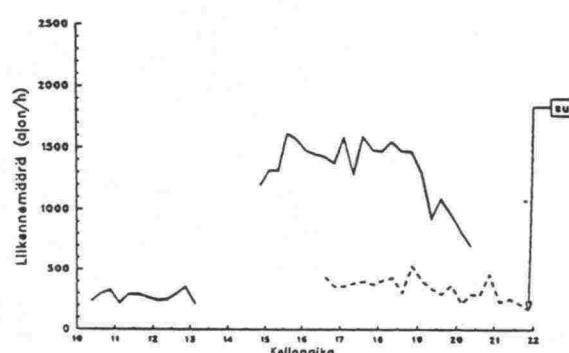
Vt 4 ORIMATTILA  
pe 24.8., su 26.8. ja to 30.8.1990  
Lahteen



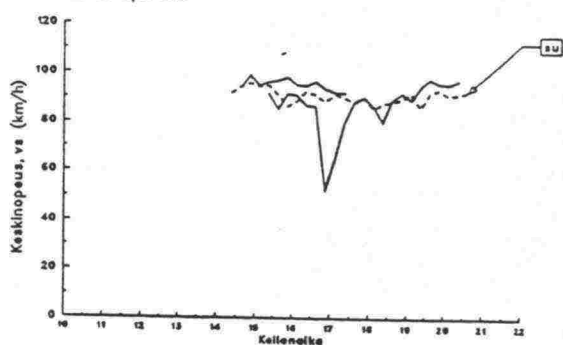
Vt 4 MÄNTSÄLÄ  
to 30.8., pe 31.8. ja su 2.9.1990  
Helsinkiin



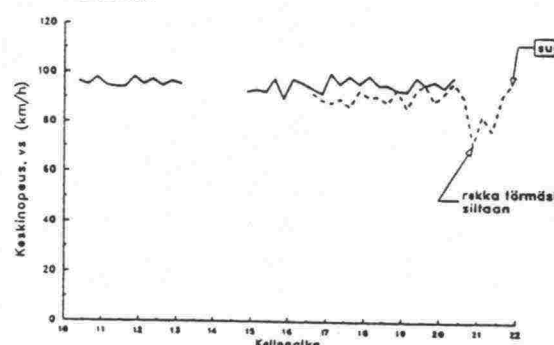
Vt 4 ORIMATTILA  
pe 24.8., su 26.8. ja to 30.8.1990  
Lahteen



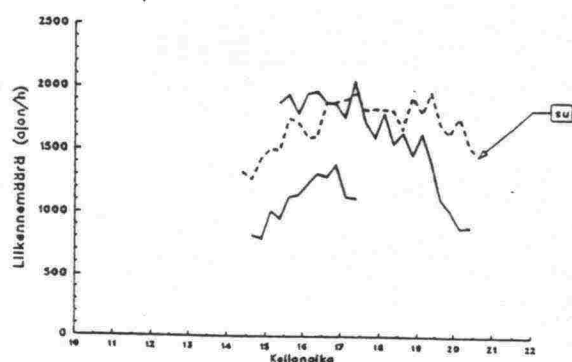
Vt 4 MÄNTSÄLÄ  
to 30.8., pe 31.8. ja su 2.9.1990  
koko ajorata



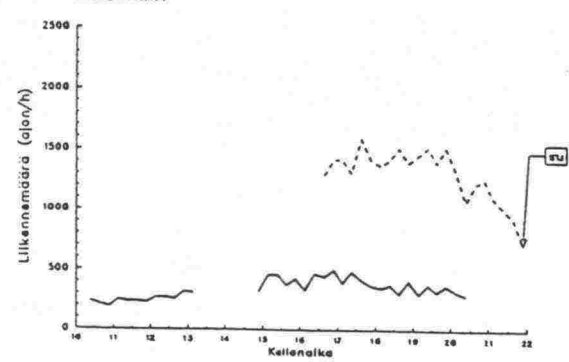
Vt 4 ORIMATTILA  
pe 24.8., su 26.8. ja to 30.8.1990  
Helsinkiin



Vt 4 MÄNTSÄLÄ  
to 30.8., pe 31.8. ja su 2.9.1990  
koko ajorata

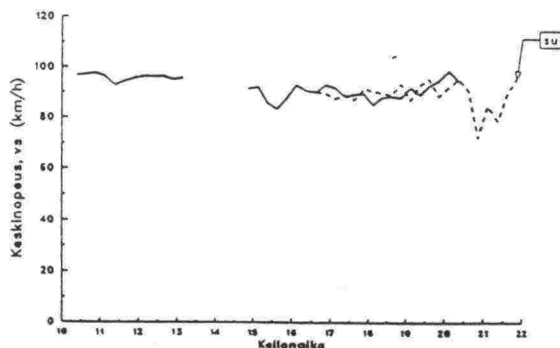


Vt 4 ORIMATTILA  
pe 24.8., su 26.8. ja to 30.8.1990  
Helsinkiin

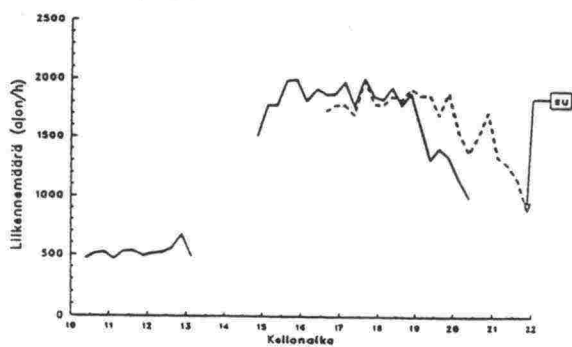




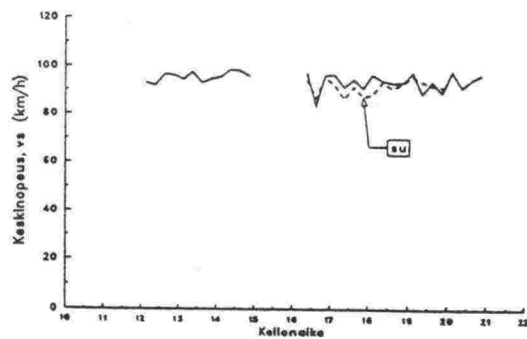
Vt 4 ORIMATTILA  
pe 24.8., su 26.8. ja to 30.8.1990  
koko ajorata



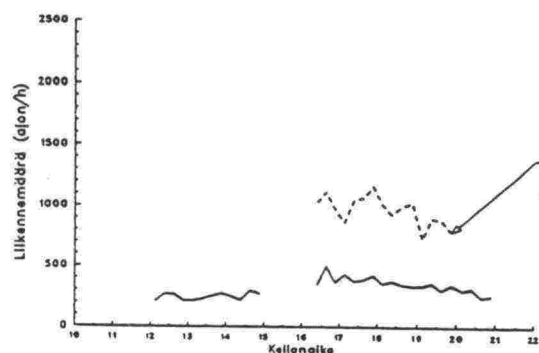
Vt 4 ORIMATTILA  
pe 24.8., su 26.8. ja to 30.8.1990  
koko ajorata



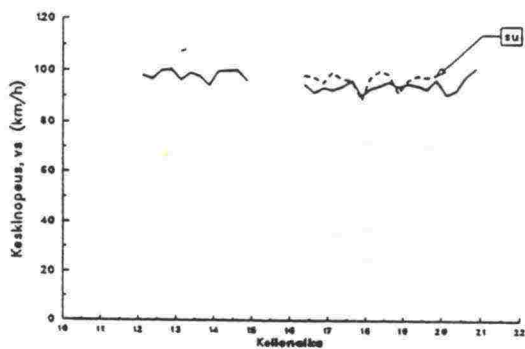
Vt 5 NASTOLA  
to 16.8., pe 17.8. ja su 19.8.1990  
Helsinkiin



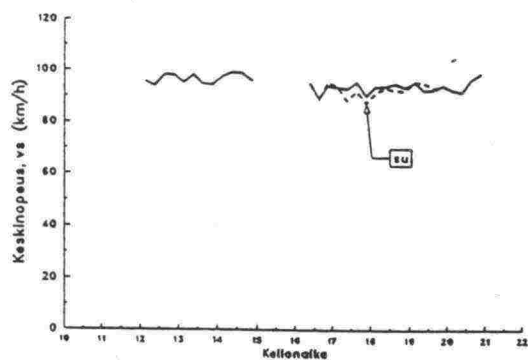
Vt 5 NASTOLA  
to 16.8., pe 17.8. ja su 19.8.1990  
Helsinkiin



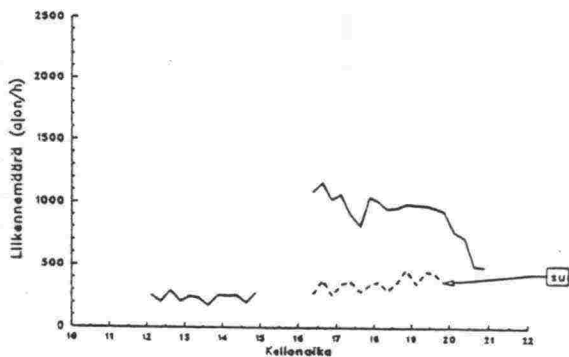
Vt 5 NASTOLA  
to 16.8., pe 17.8. ja su 19.8.1990  
Heinolaan



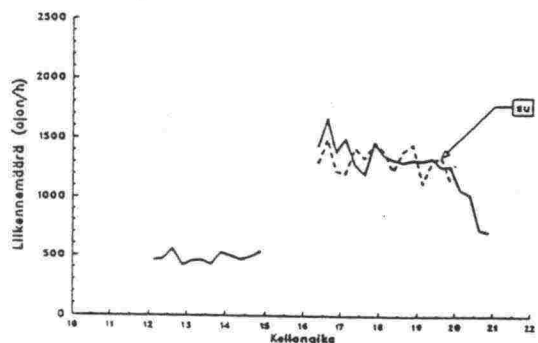
Vt 5 NASTOLA  
to 16.8., pe 17.8. ja su 19.8.1990  
koko ajorata

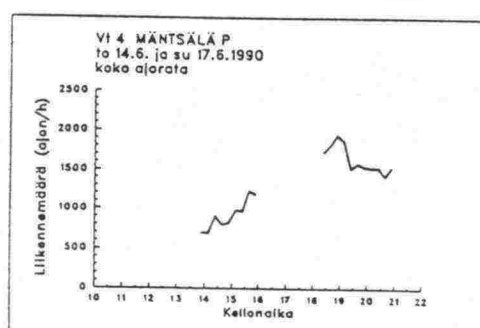
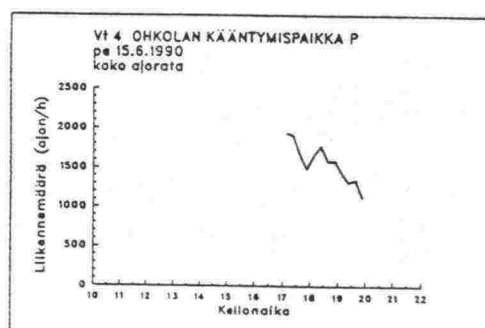
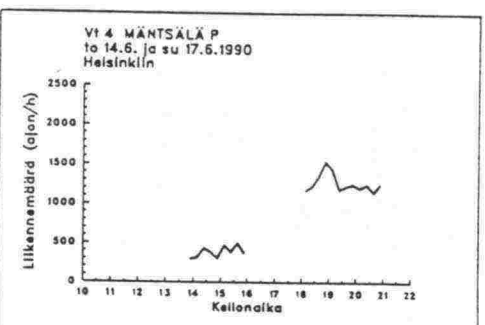
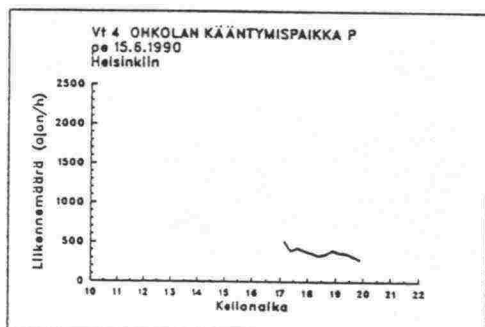
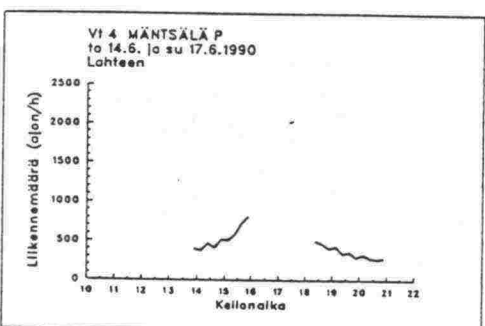
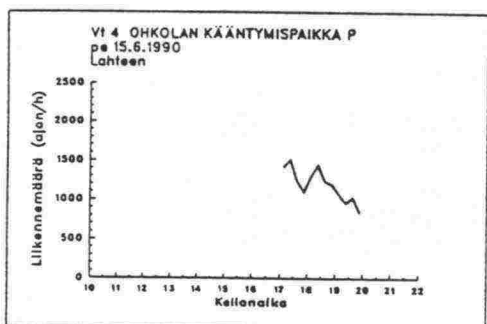
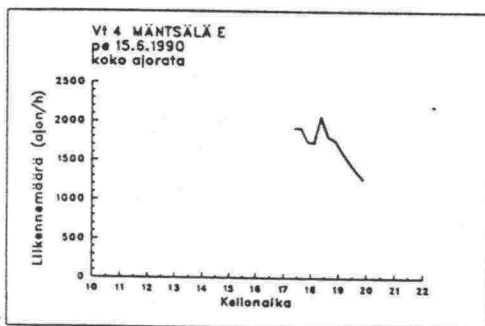
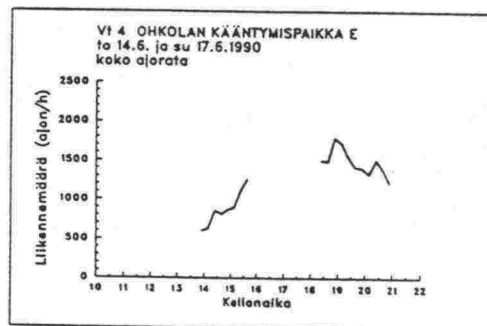
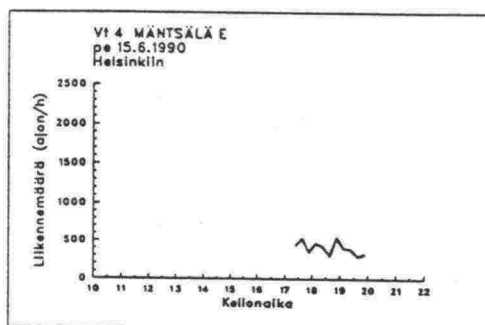
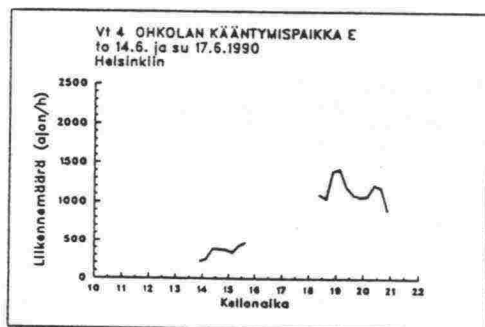
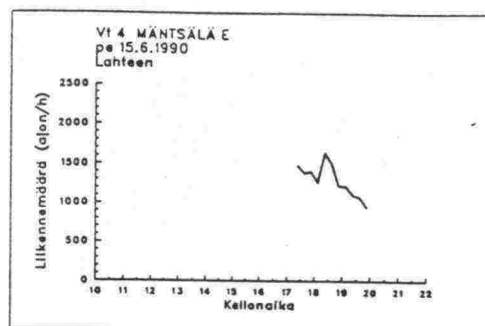
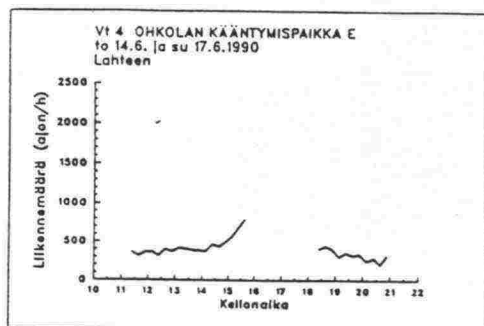


Vt 5 NASTOLA  
to 16.8., pe 17.8. ja su 19.8.1990  
Heinolaan



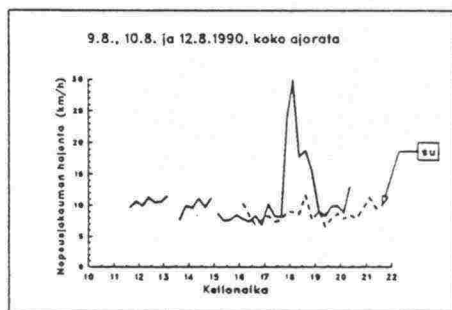
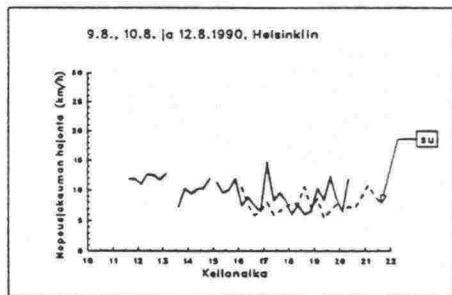
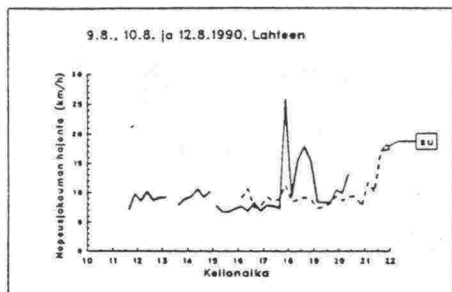
Vt 5 NASTOLA  
to 16.8., pe 17.8. ja su 19.8.1990  
koko ajorata



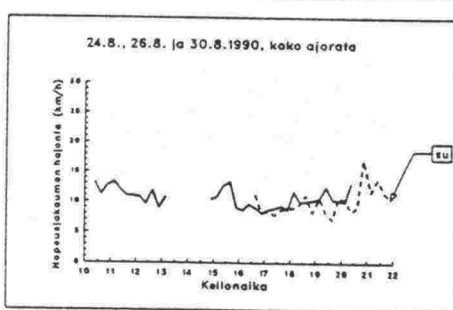
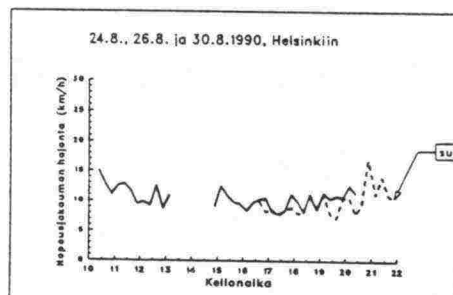
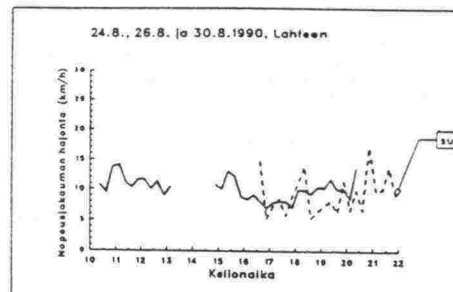


# Liite 4

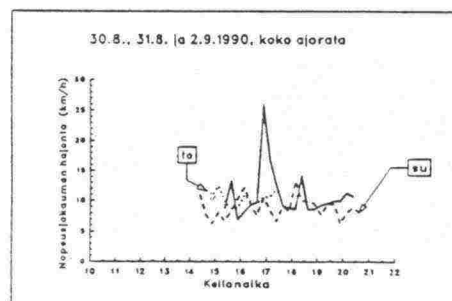
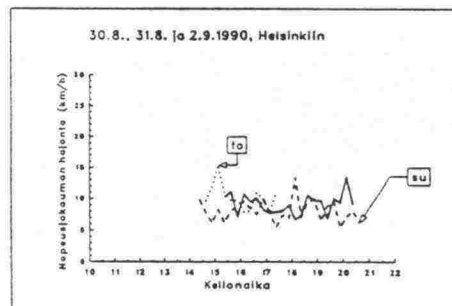
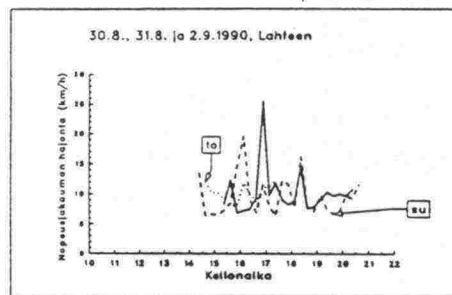
## Vt 4 JÄRVENPÄÄ



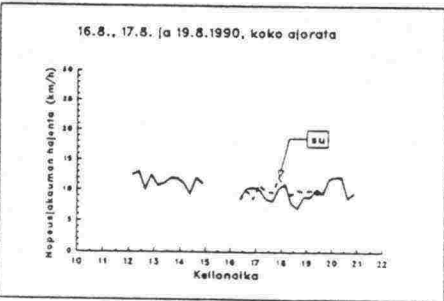
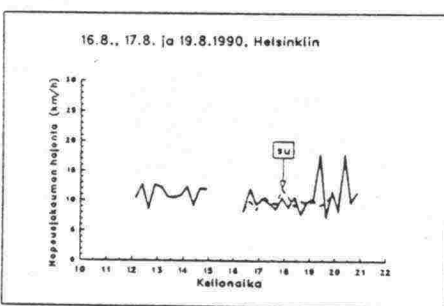
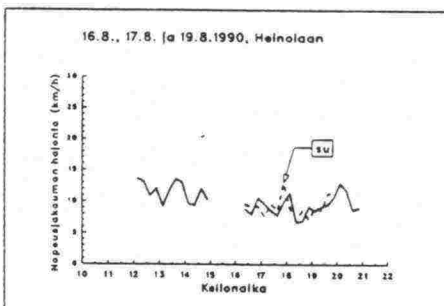
## Vt 4 ORIMATTILA



## Vt 4 MÄNTSÄLÄ

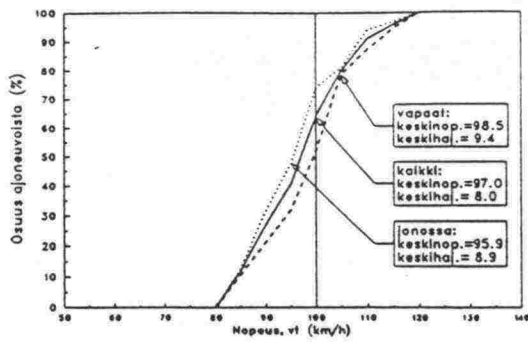


## Vt 5 NASTOLA

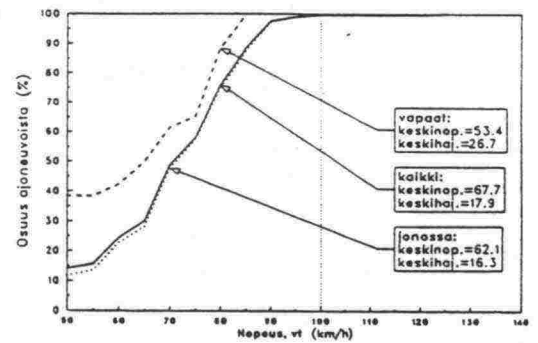




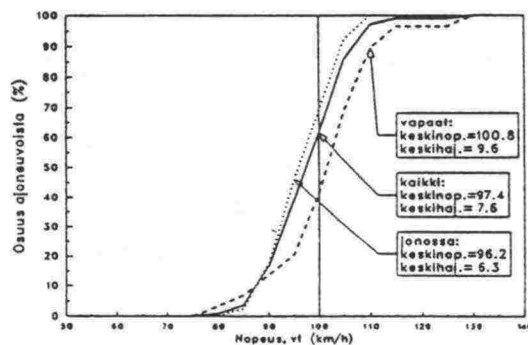
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 500 ajon/h



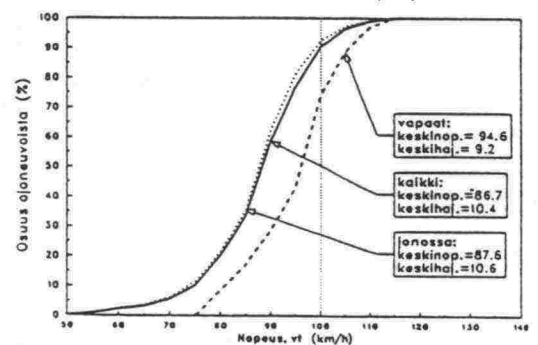
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 1200 ajon/h (pysähdys)



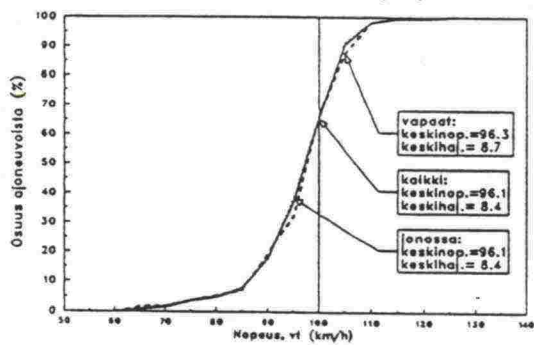
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 500 ajon/h



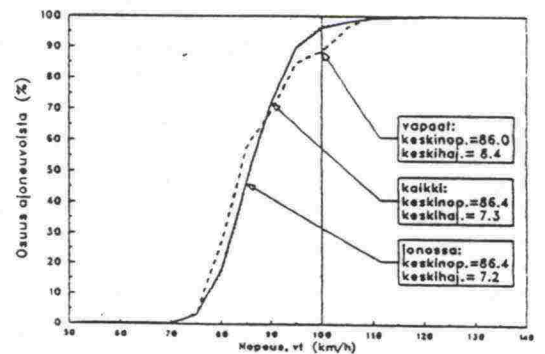
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



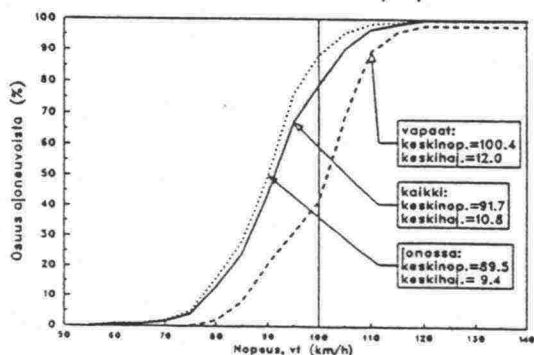
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 1000 ajon/h



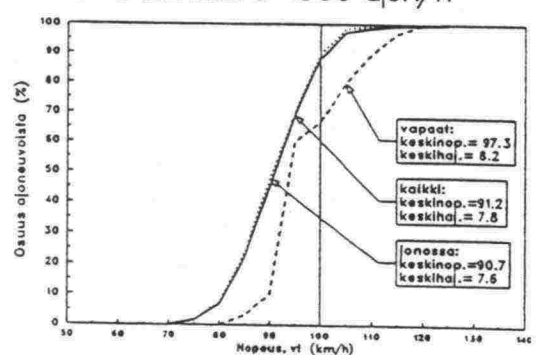
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 1500 ajon/h



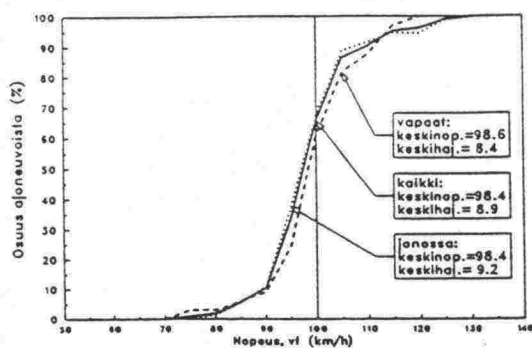
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1000 ajon/h



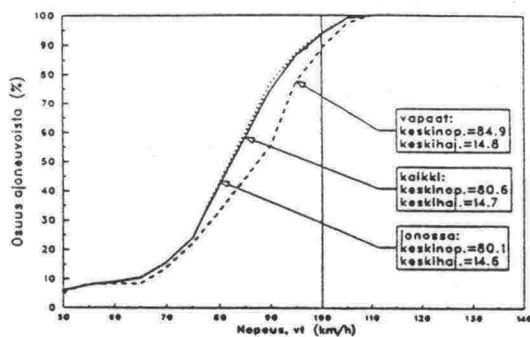
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1500 ajon/h



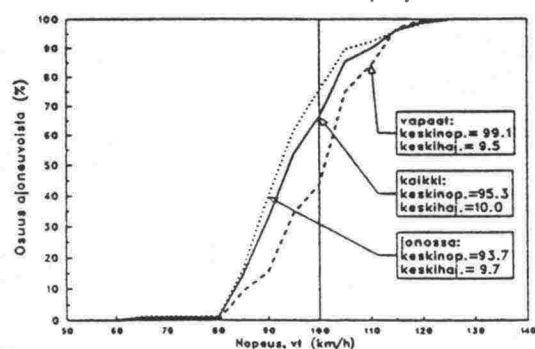
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 500 ajon/h



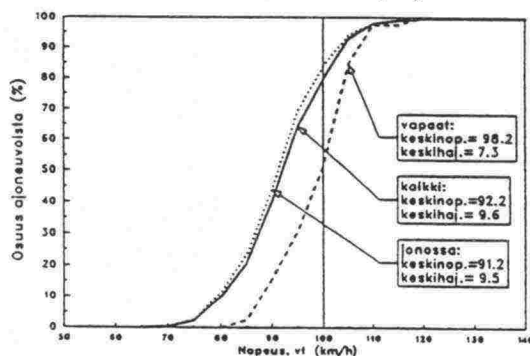
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



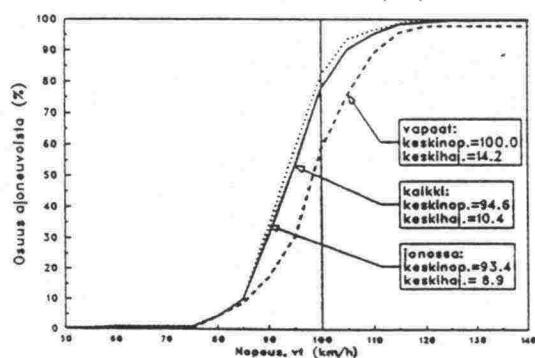
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 500 ajon/h



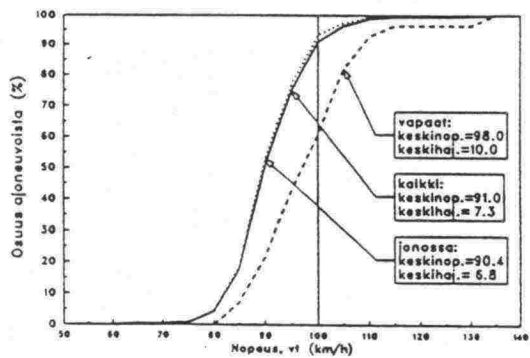
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



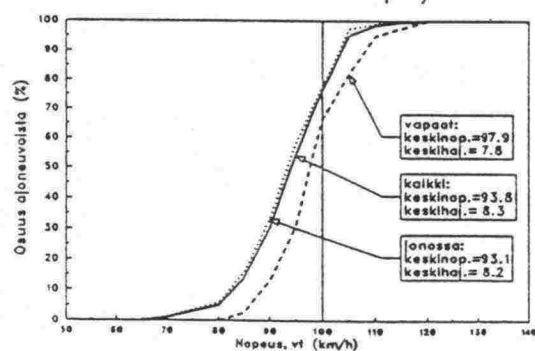
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 1000 ajon/h



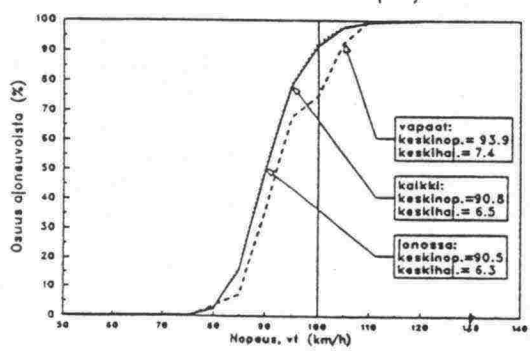
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 1500 ajon/h



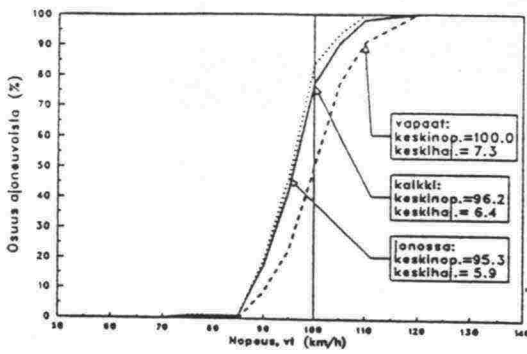
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1000 ajon/h



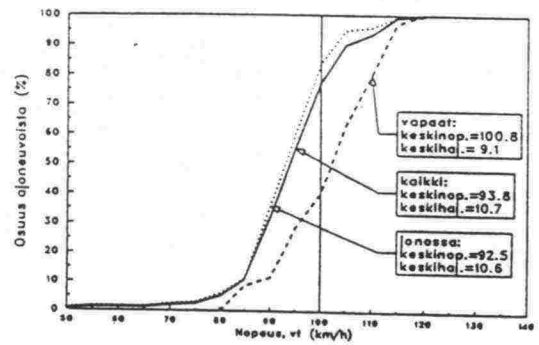
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1500 ajon/h



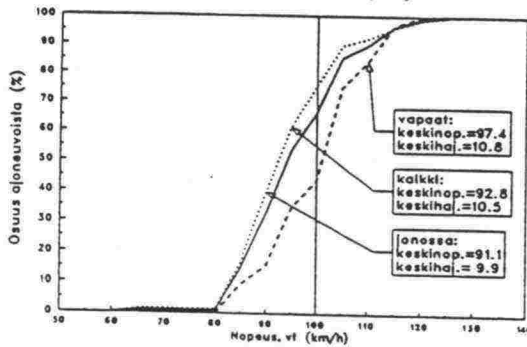
Vt 4 ORIMATTILA, Lahteen  
Liikennemäärä 500 ajon/h



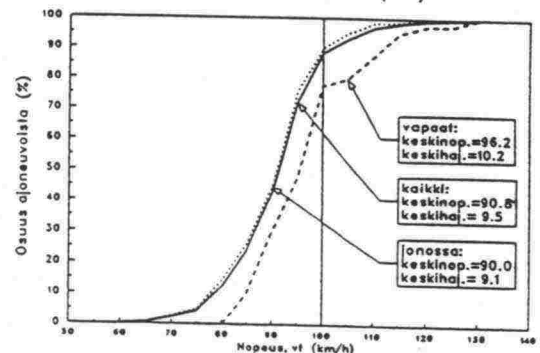
Vt 4 ORIMATTILA, Lahteen  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



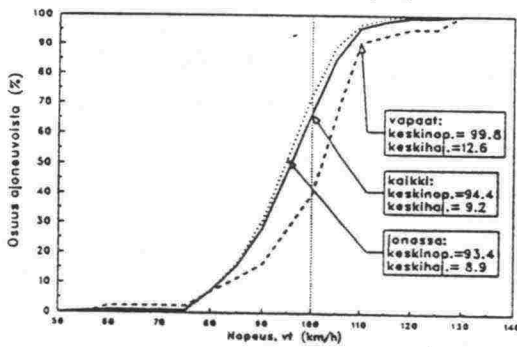
Vt 4 ORIMATTILA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 500 ajon/h



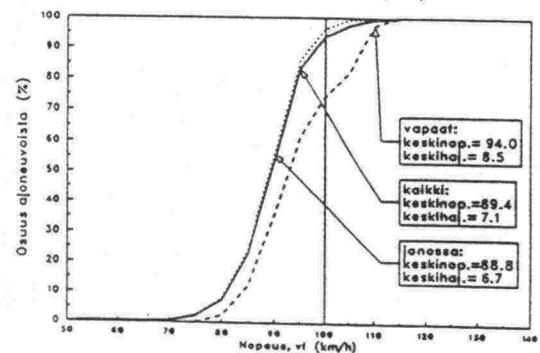
Vt 4 ORIMATTILA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



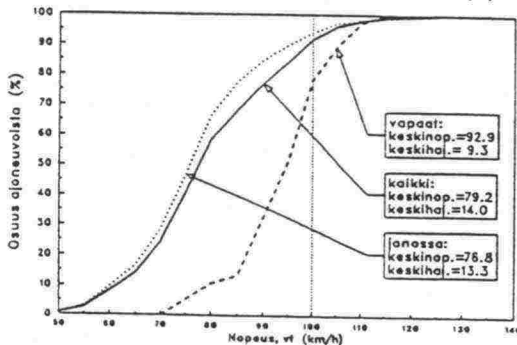
Vt 4 ORIMATTILA, Lahteen  
Liikennemäärä 1000 ajon/h



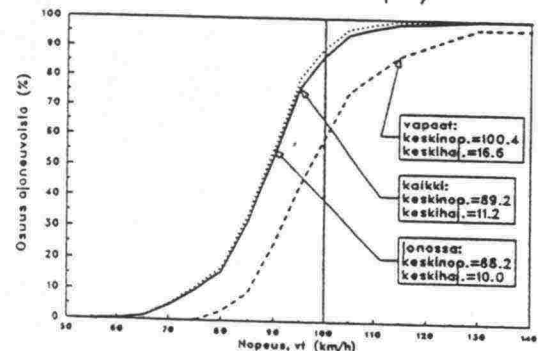
Vt 4 ORIMATTILA, Lahteen  
Liikennemäärä 1500 ajon/h



Vt 4 ORIMATTILA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1000 ajon/h (pysähdys)

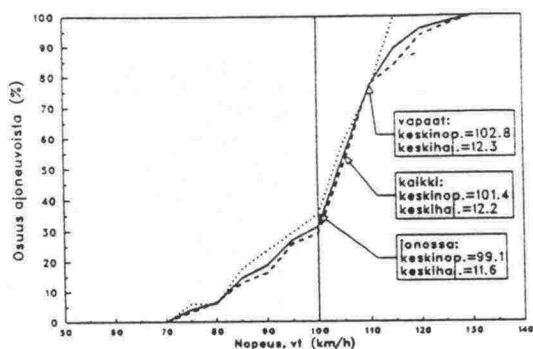


Vt 4 ORIMATTILA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1500 ajon/h

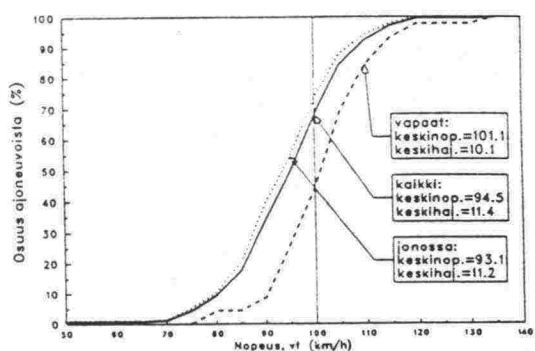




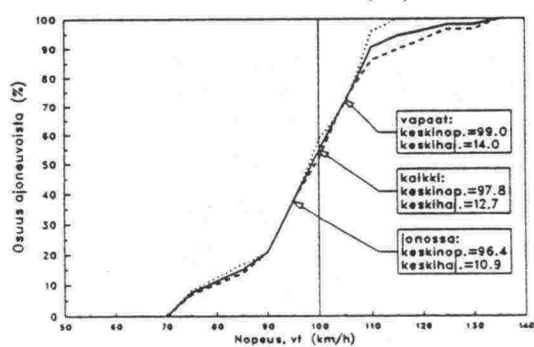
Vt 5 NASTOLA, Heinolaan  
Liikennemäärä 200 ajon/h



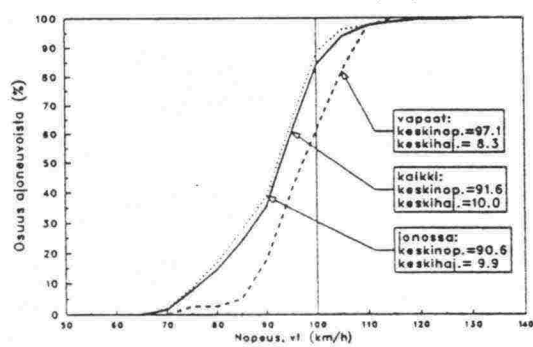
Vt 5 NASTOLA, Heinolaan  
Liikennemäärä 1000 ajon/h



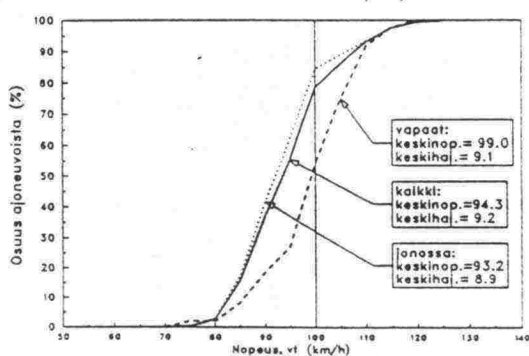
Vt 5 NASTOLA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 200 ajon/h



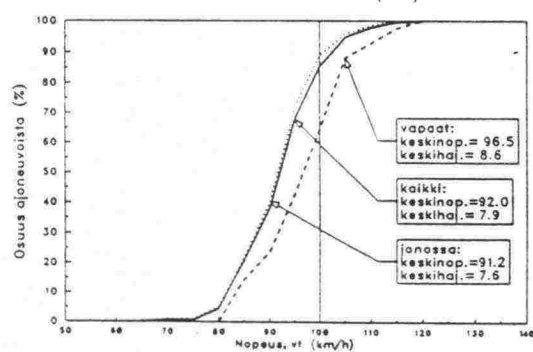
Vt 5 NASTOLA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1000 ajon/h



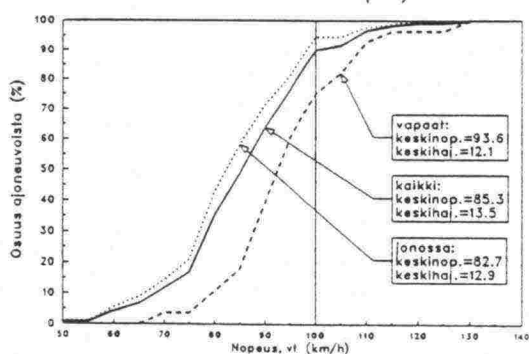
Vt 5 NASTOLA, Heinolaan  
Liikennemäärä 500 ajon/h



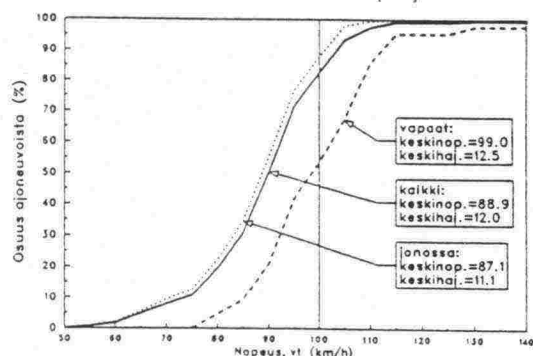
Vt 5 NASTOLA, Heinolaan  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



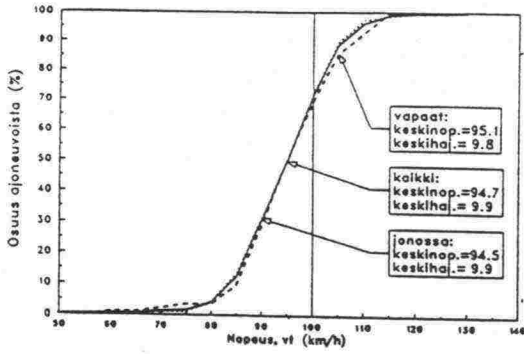
Vt 5 NASTOLA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 500 ajon/h



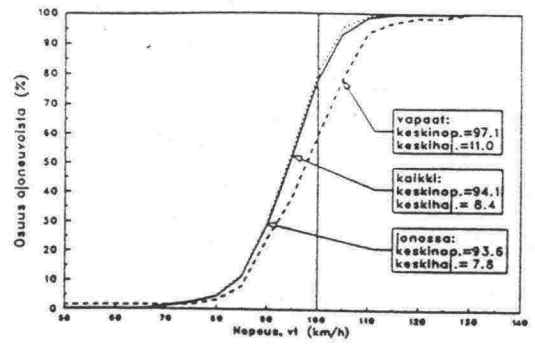
Vt 5 NASTOLA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



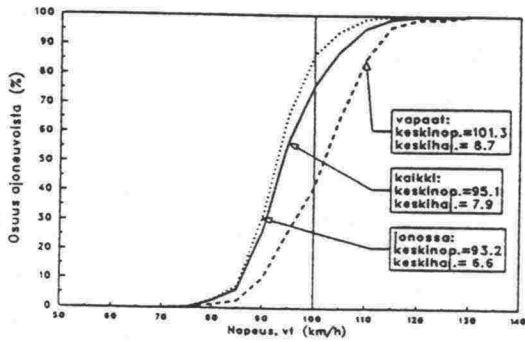
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1300 ajon/h  
perjantai liikenne



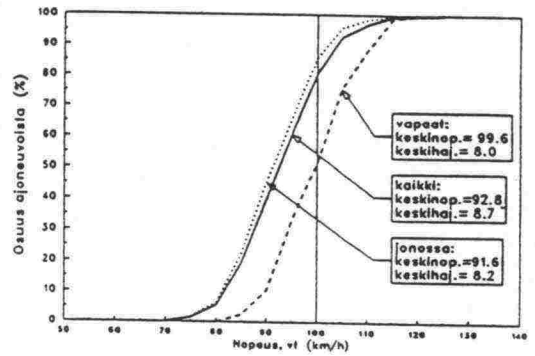
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 2000 ajon/h  
perjantai liikenne



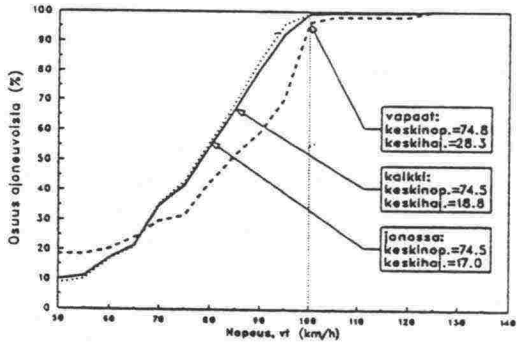
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1300 ajon/h  
sunnuntai liikenne



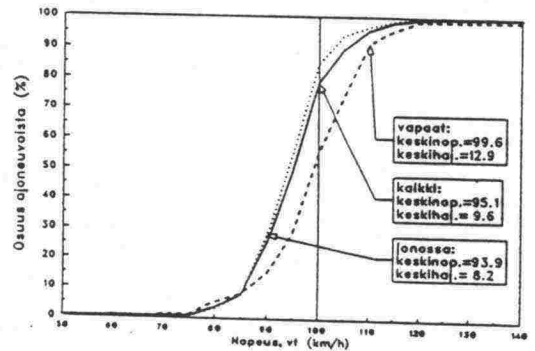
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 2000 ajon/h  
sunnuntai liikenne



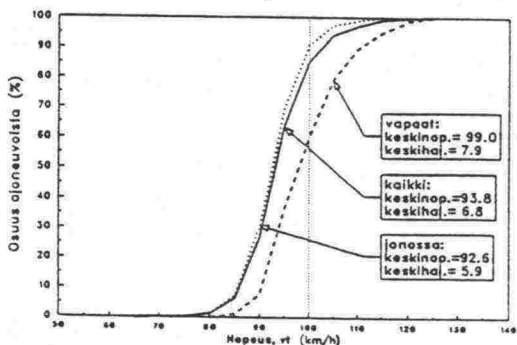
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1700 ajon/h  
perjantai liikenne (pysähdys)



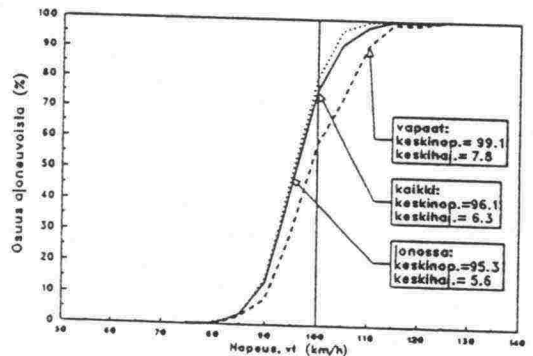
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1400 ajon/h  
perjantai liikenne

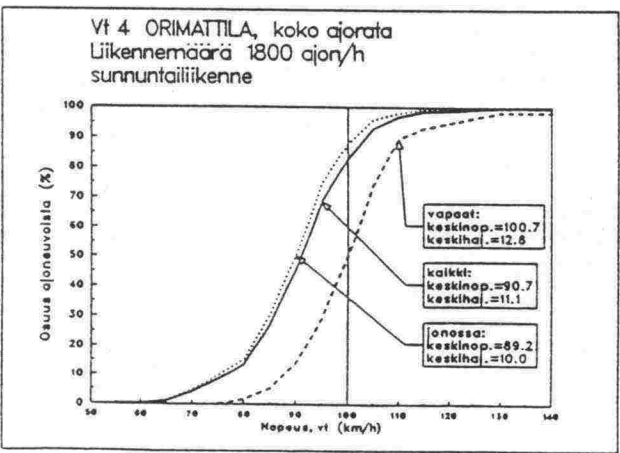
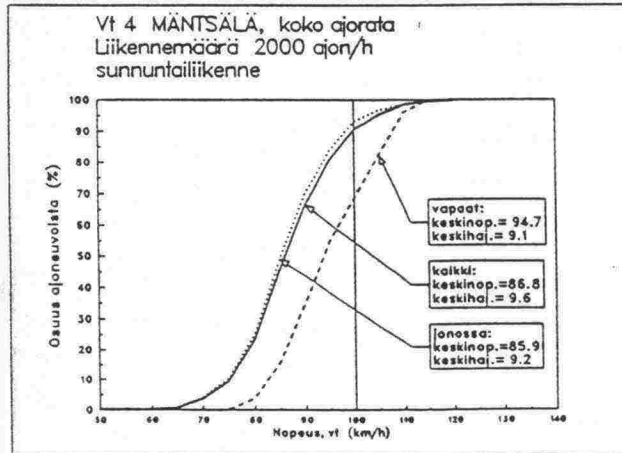
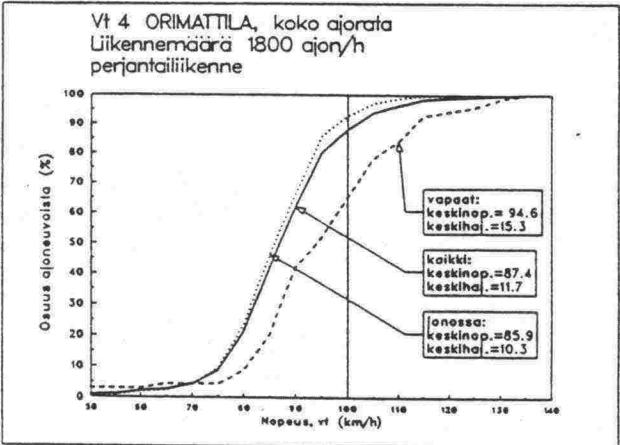
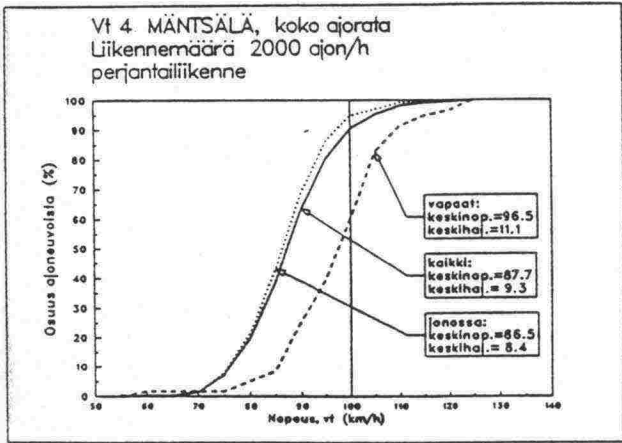
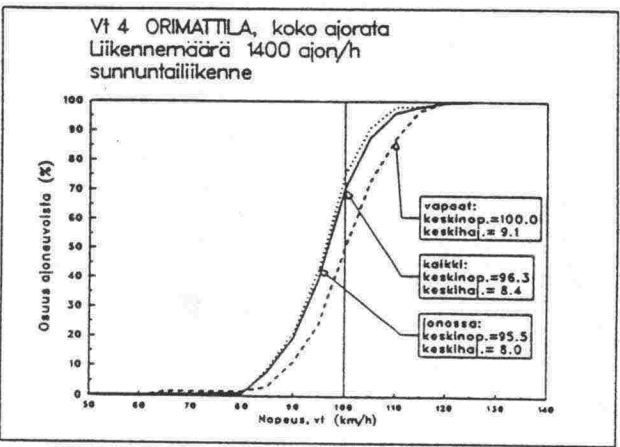
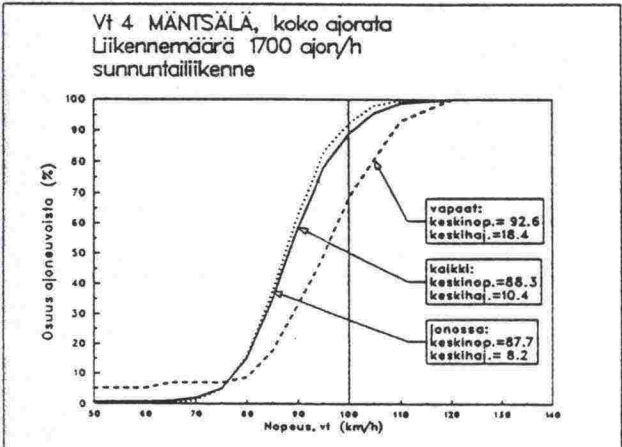
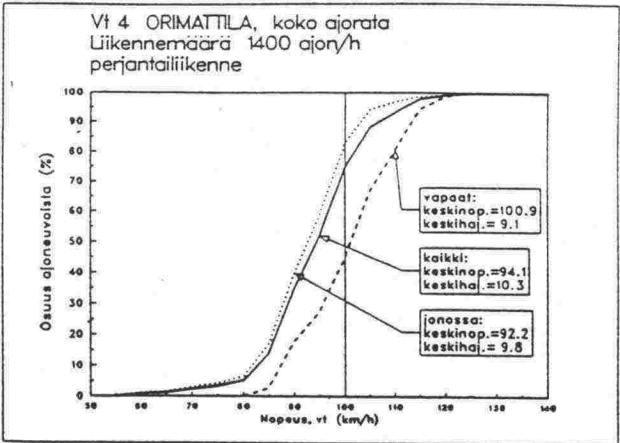
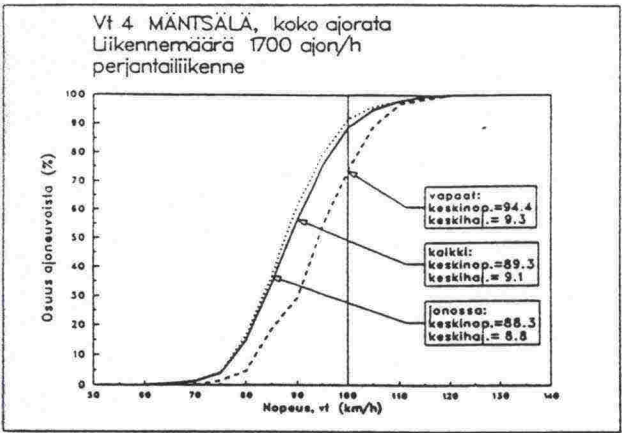


Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1700 ajon/h  
sunnuntai liikenne



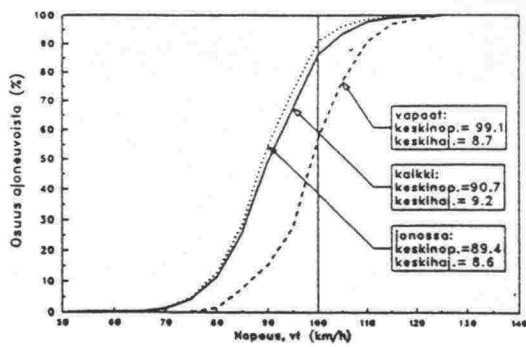
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1400 ajon/h  
sunnuntai liikenne



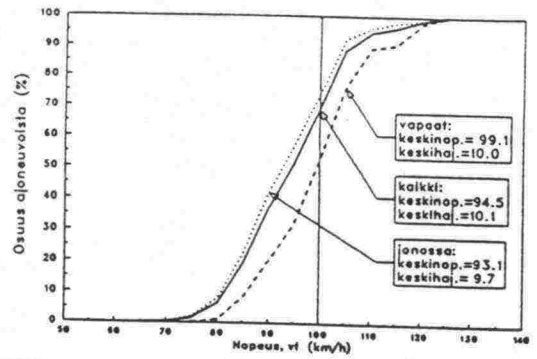




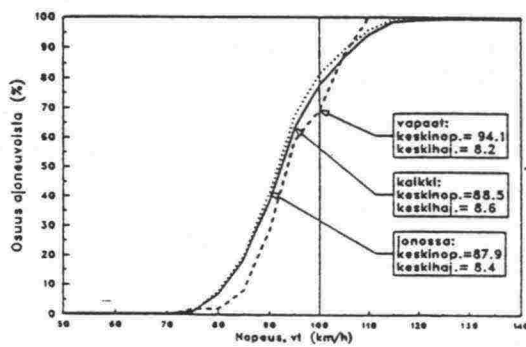
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata  
Liikennemäärä 2000 ajon/h  
perjantai liikenne



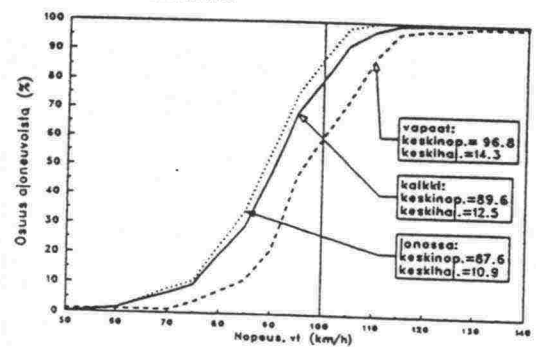
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata  
Liikennemäärä 1500 ajon/h  
perjantai liikenne



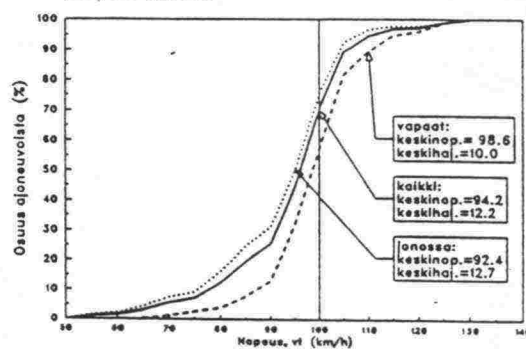
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata  
Liikennemäärä 2000 ajon/h  
sunnuntai liikenne



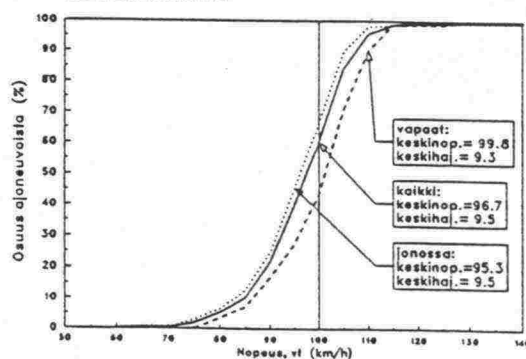
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata  
Liikennemäärä 1500 ajon/h  
sunnuntai liikenne

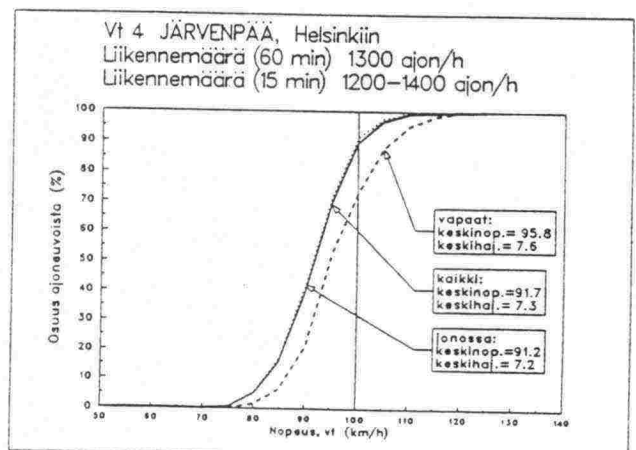
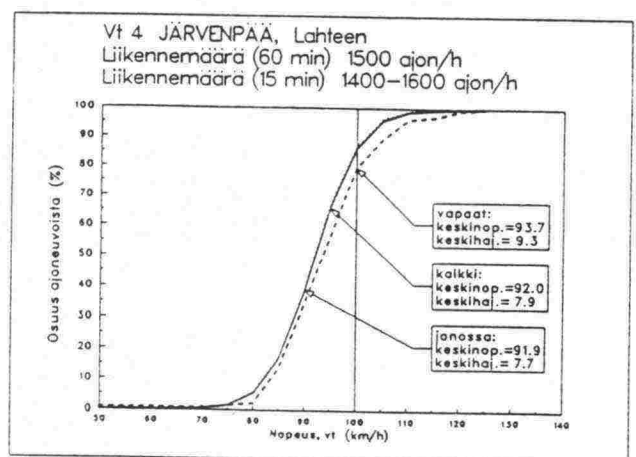
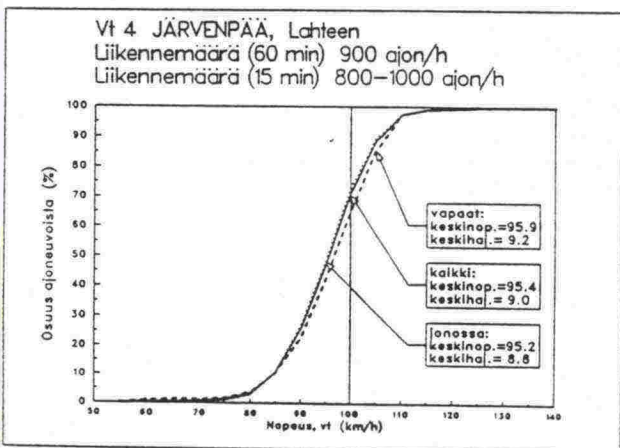
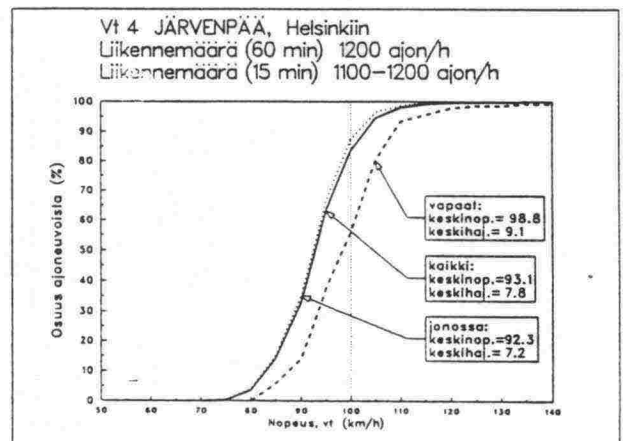
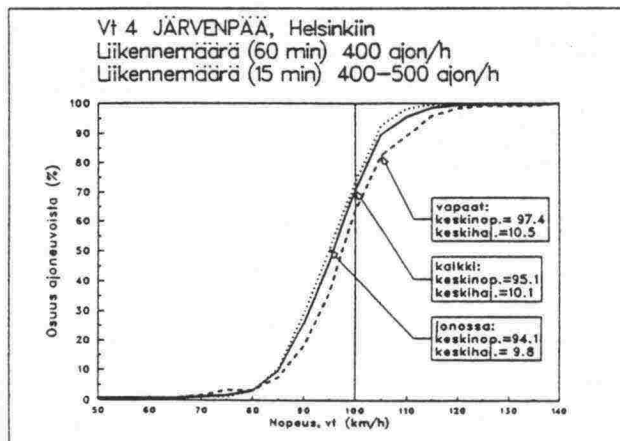
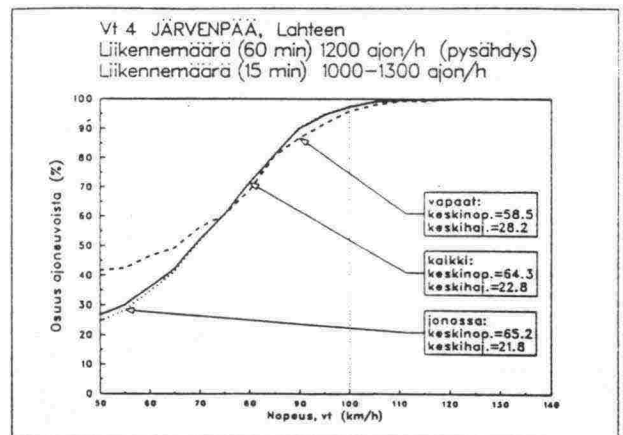
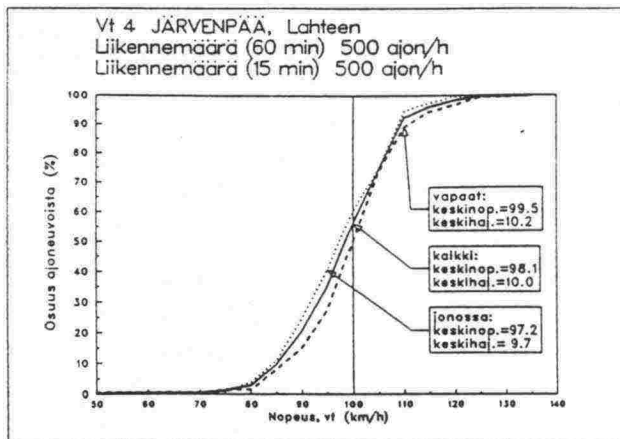


Vt 5 NASTOLA, koko ajorata  
Liikennemäärä 1100 ajon/h  
perjantai liikenne

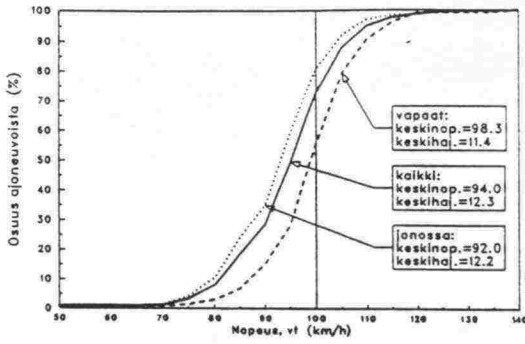


Vt 5 NASTOLA, koko ajorata  
Liikennemäärä 1100 ajon/h  
sunnuntai liikenne

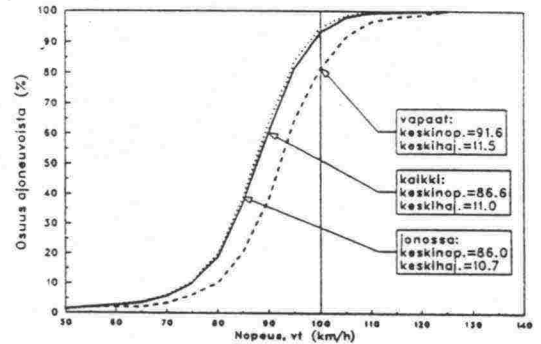




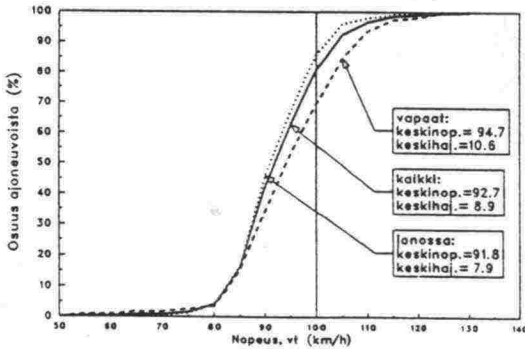
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä (60 min) 500 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 400–500 ajon/h



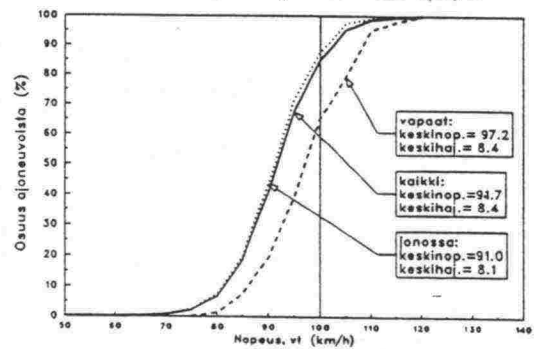
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä (60 min) 1200 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1100–1300 ajon/h



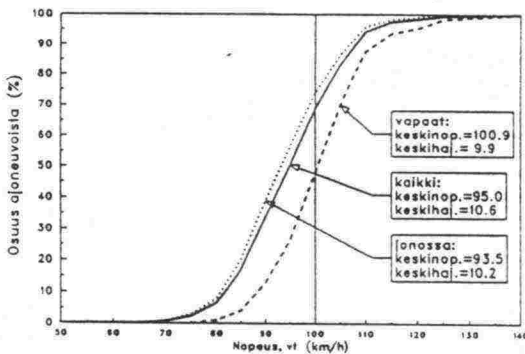
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä (60 min) 400 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 400–500 ajon/h



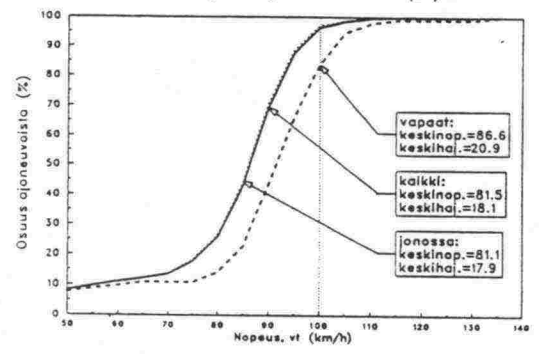
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä (60 min) 1200 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1000–1300 ajon/h



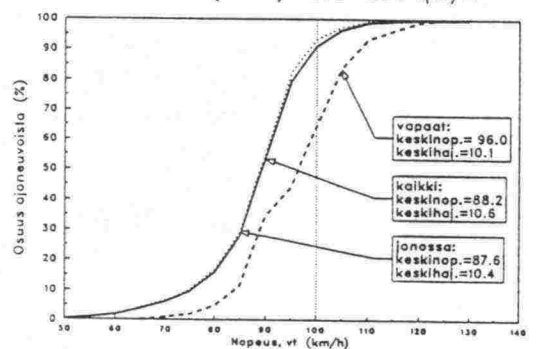
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä (60 min) 900 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 800–900 ajon/h



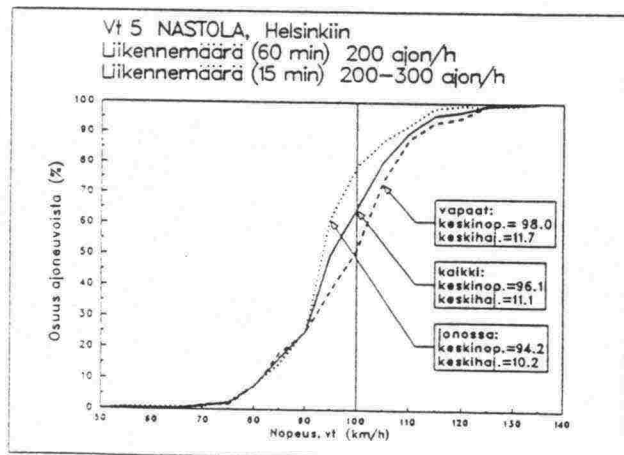
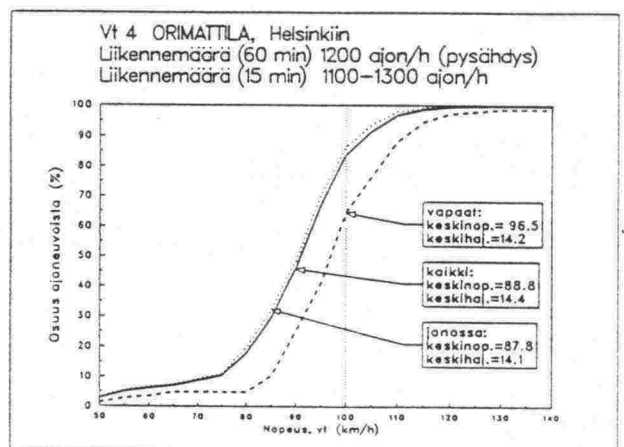
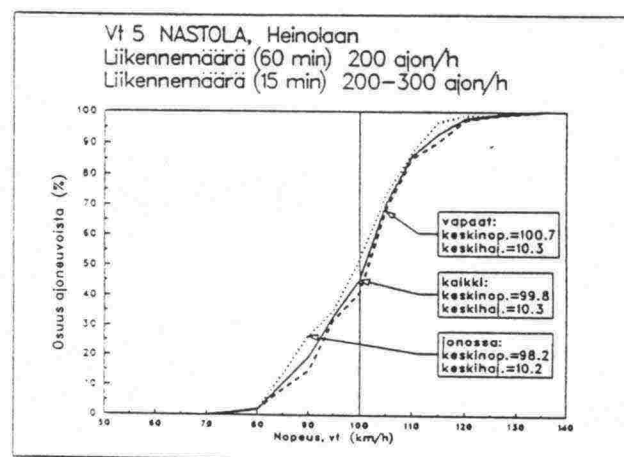
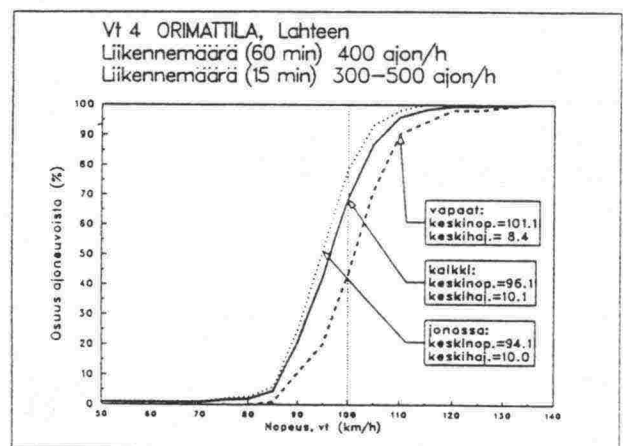
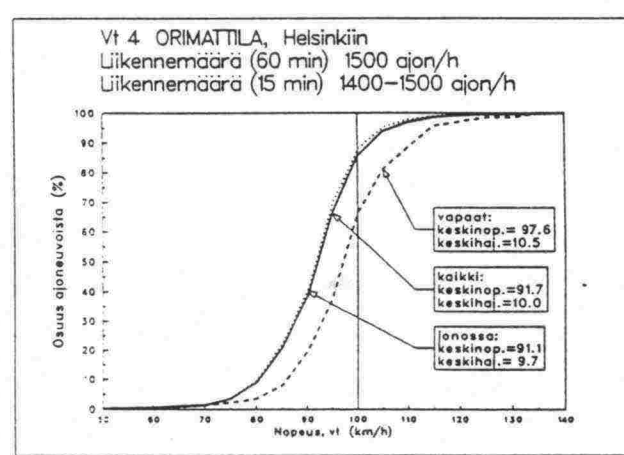
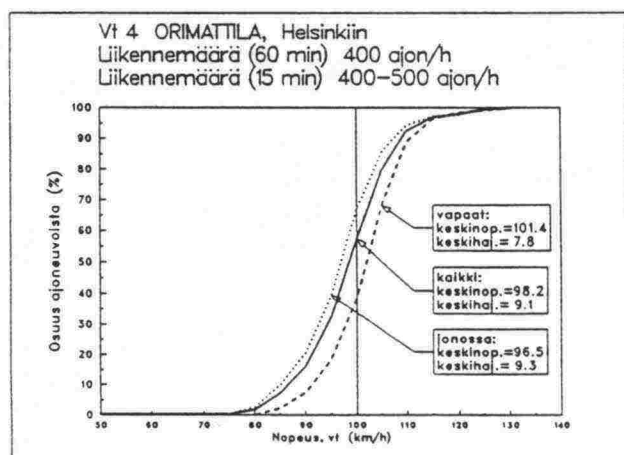
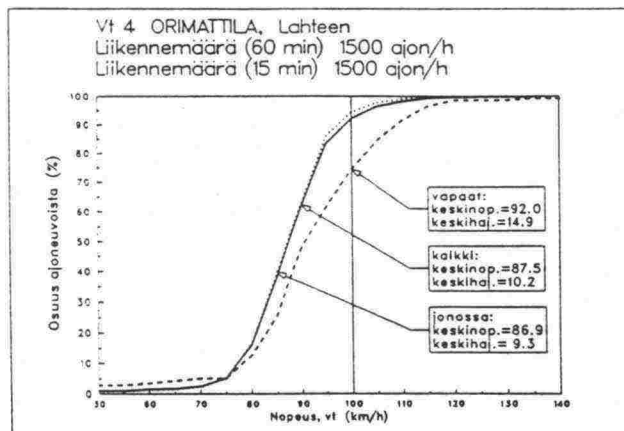
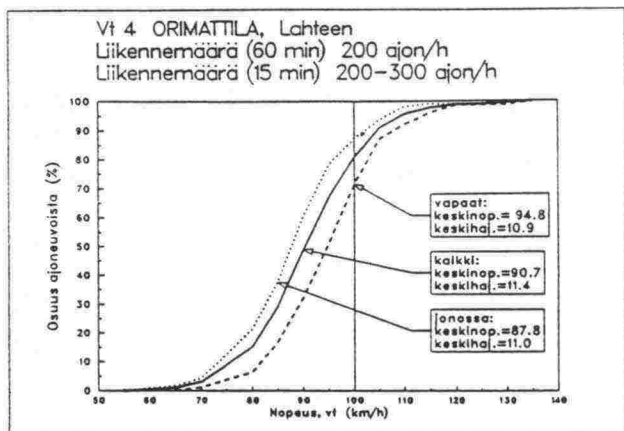
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä (60 min) 1500 ajon/h (pysähdys)  
Liikennemäärä (15 min) 1400–1600 ajon/h



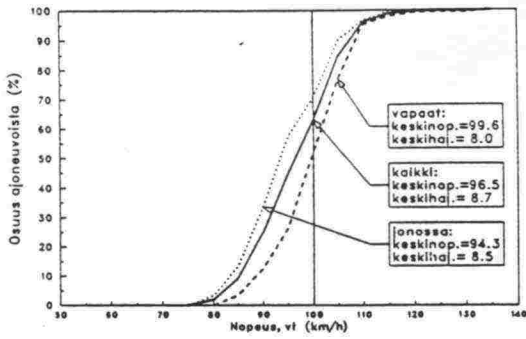
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä (60 min) 1400 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1300–1500 ajon/h



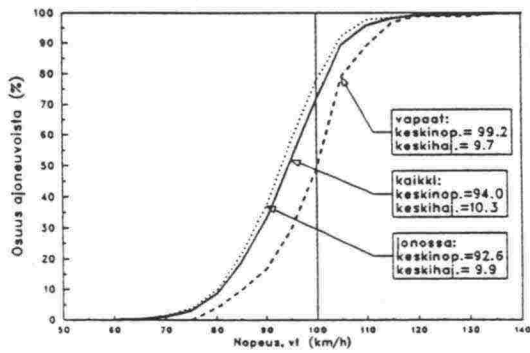




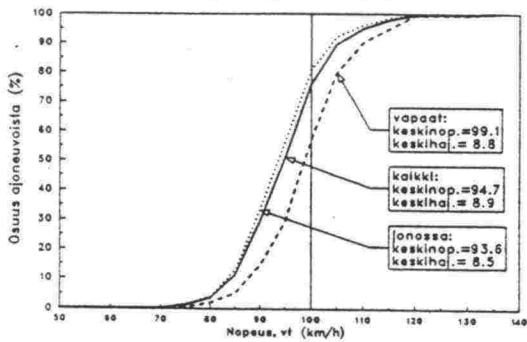
Vt 5 NASTOLA, Heinolaan  
 Liikennemäärä (60 min) 400 ajon/h  
 Liikennemäärä (15 min) 300–500 ajon/h



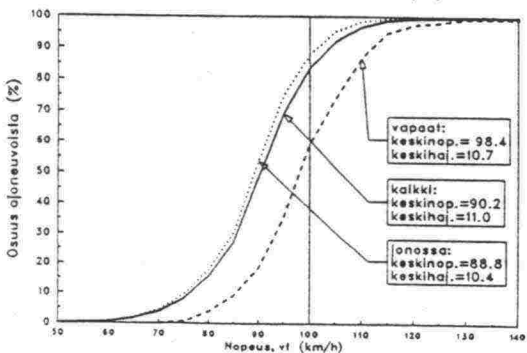
Vt 5 NASTOLA, Helsinkiin  
 Liikennemäärä (60 min) 800 ajon/h  
 Liikennemäärä (15 min) 700–900 ajon/h



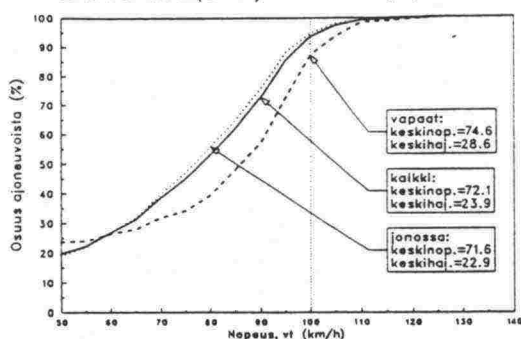
Vt 5 NASTOLA, Heinolaan  
 Liikennemäärä (60 min) 1000 ajon/h  
 Liikennemäärä (15 min) 1000 ajon/h



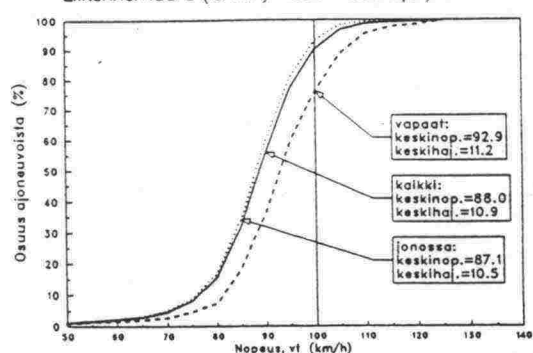
Vt 5 NASTOLA, Helsinkiin  
 Liikennemäärä (60 min) 1000 ajon/h  
 Liikennemäärä (15 min) 900–1200 ajon/h



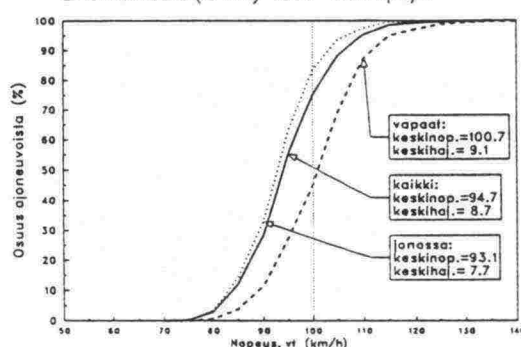
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1600 ajon/h (pysähdys)  
Liikennemäärä (15 min) 1400-1700 ajon/h



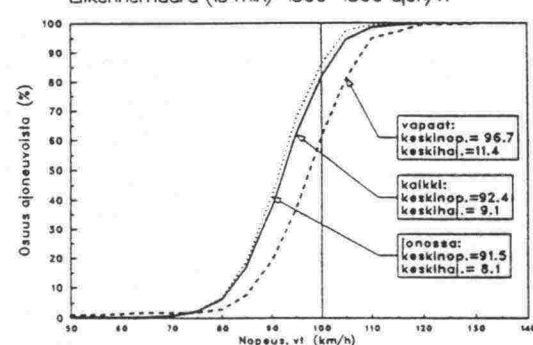
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1600 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1500-1800 ajon/h



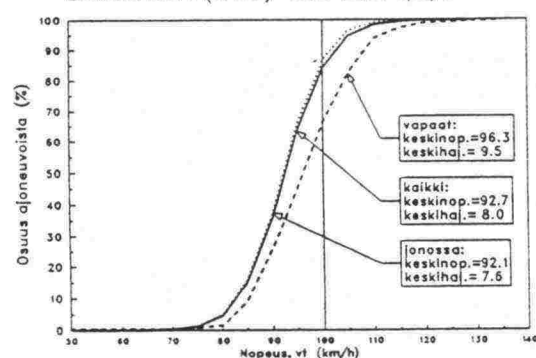
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1500 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1300-1600 ajon/h



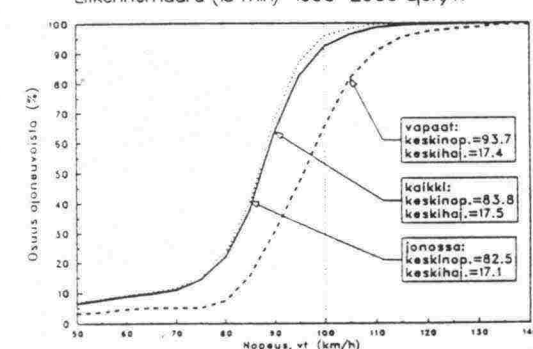
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1600 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1500-1800 ajon/h



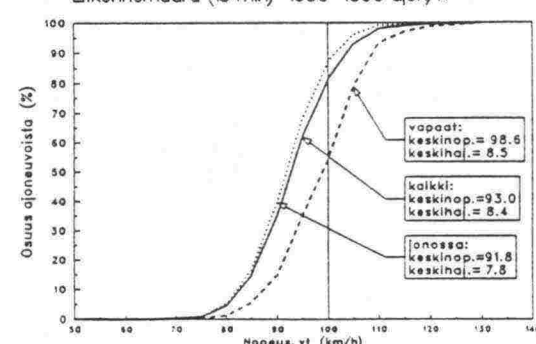
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 2000 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1900-2200 ajon/h



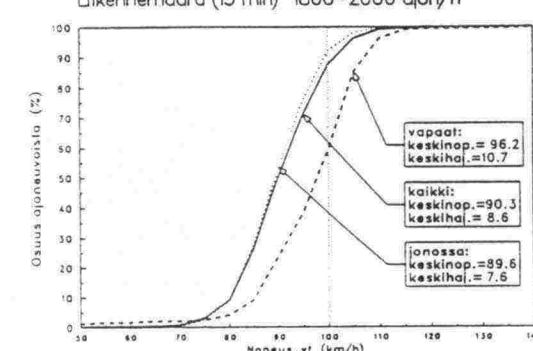
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1900 ajon/h (pysähdys)  
Liikennemäärä (15 min) 1900-2000 ajon/h



Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1700 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1600-1800 ajon/h

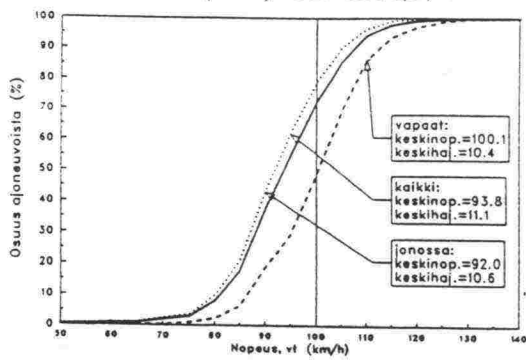


Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1900 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1800-2000 ajon/h

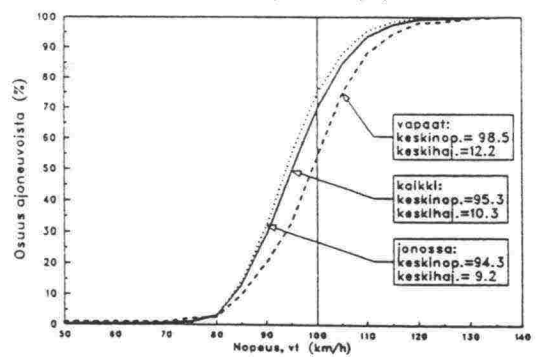




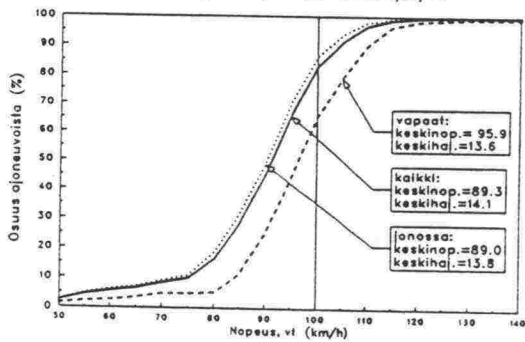
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1400 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1300-1600 ajon/h



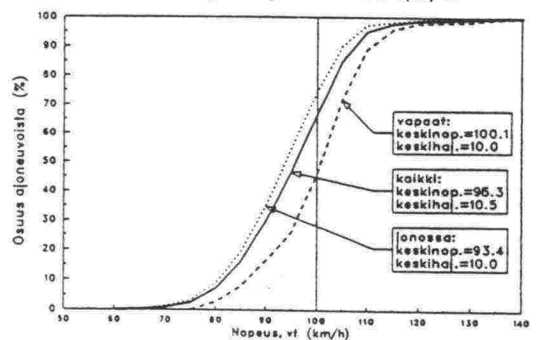
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1300 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1300 ajon/h



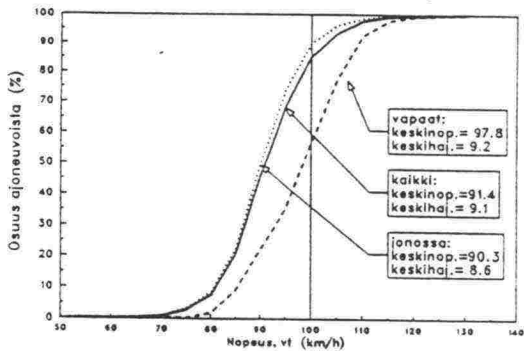
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1500 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1400-1700 ajon/h



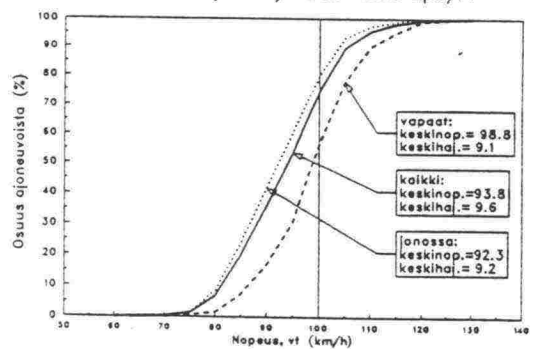
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1200 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1100-1400 ajon/h



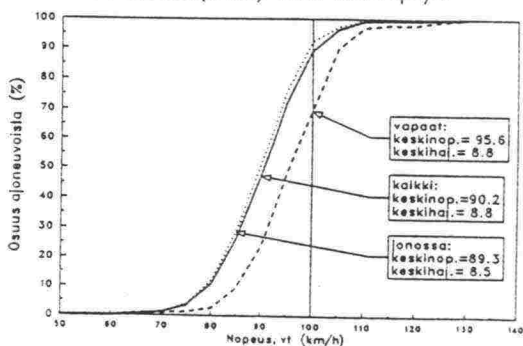
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1900 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1800-2000 ajon/h



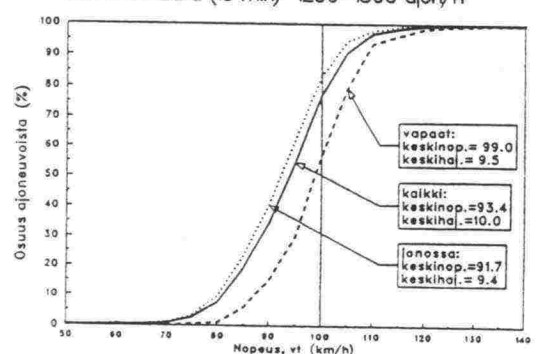
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1400 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1300-1600 ajon/h



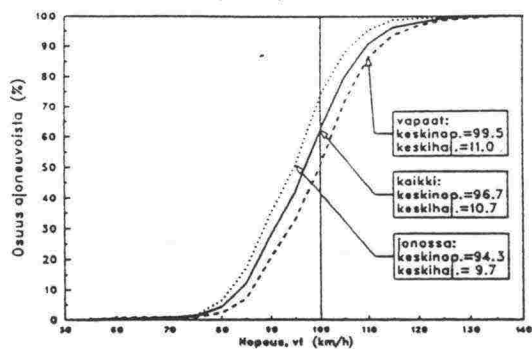
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1800 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1800-2000 ajon/h



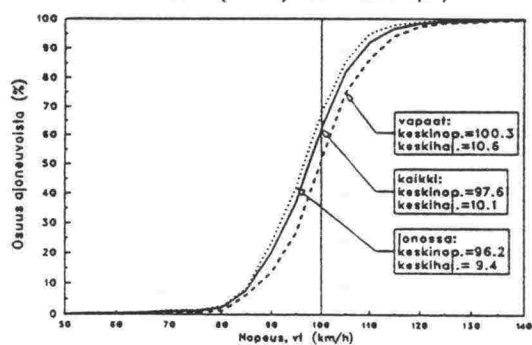
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1400 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1200-1500 ajon/h



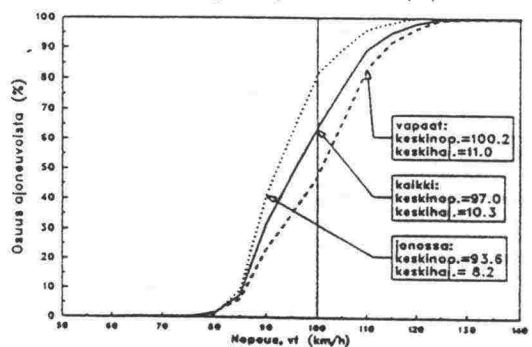
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata, päiviliikenne  
Liikennemäärä (60 min) 700 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 700 ajon/h



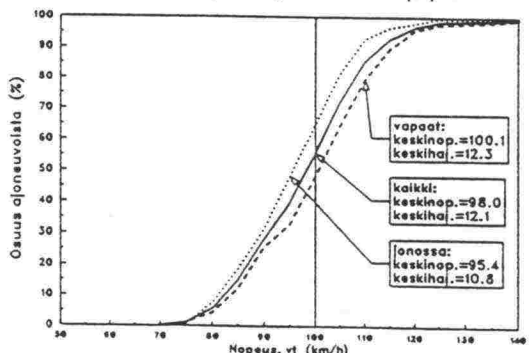
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata, päiviliikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1100 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1000-1200 ajon/h



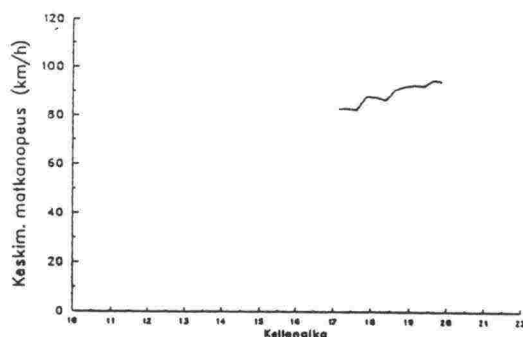
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata, päiviliikenne  
Liikennemäärä (60 min) 600 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 500-700 ajon/h



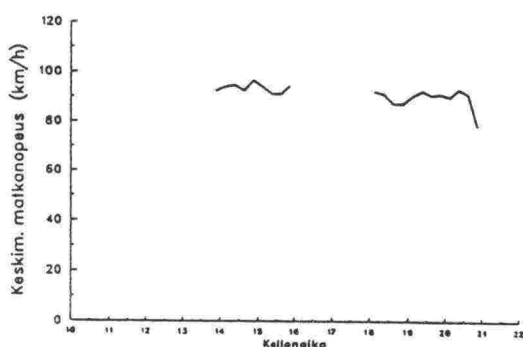
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata, päiviliikenne  
Liikennemäärä (60 min) 500 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 400-600 ajon/h



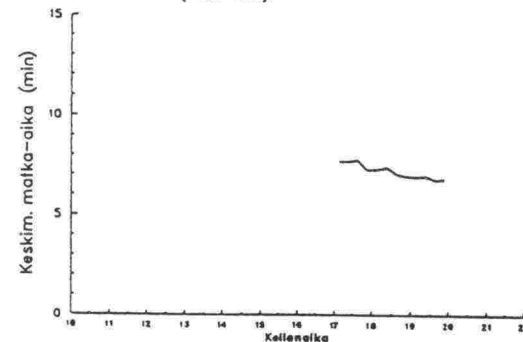
Vt 4 OHKOLA P - MÄNTSÄLÄ E  
pe 15.6.1990  
Lahteen



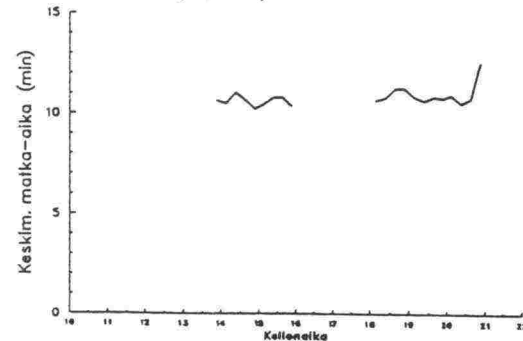
Vt 4 MÄNTSÄLÄ P - OHKOLA E  
to 14.6. ja su 17.6.1990  
Helsinkiin

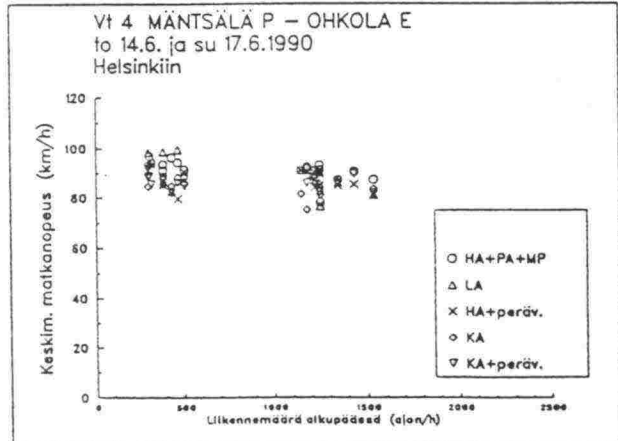
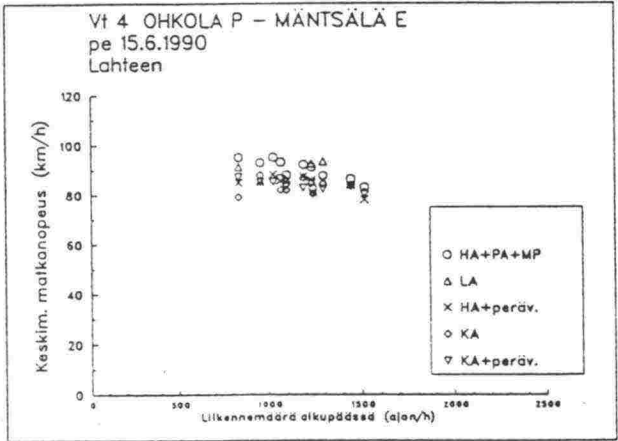
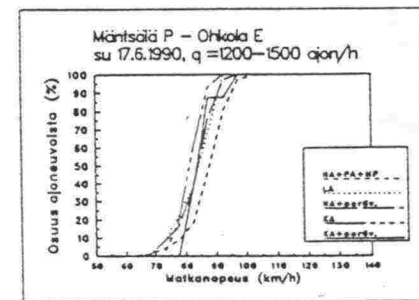
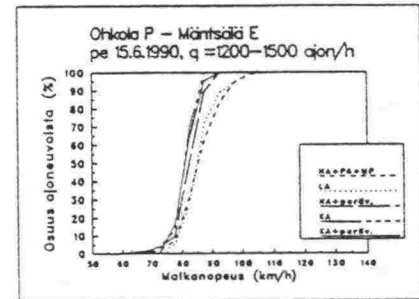
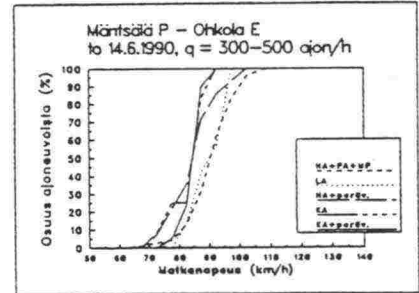
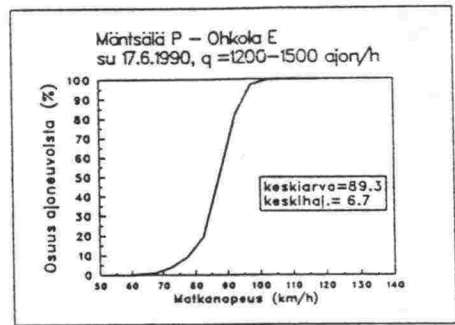
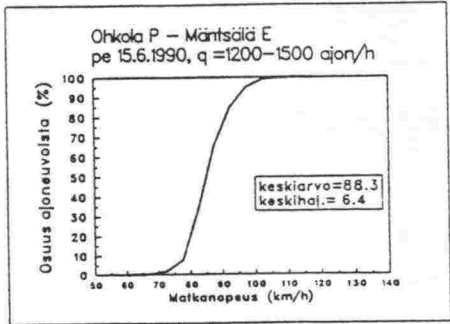
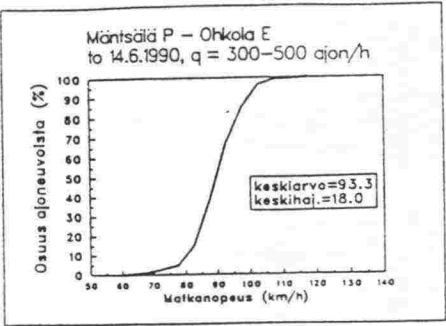


Vt 4 OHKOLA P - MÄNTSÄLÄ E  
pe 15.6.1990  
Lahteen (10,6 km)



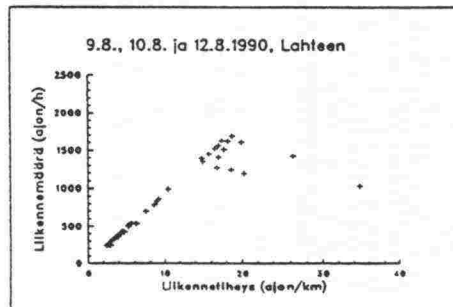
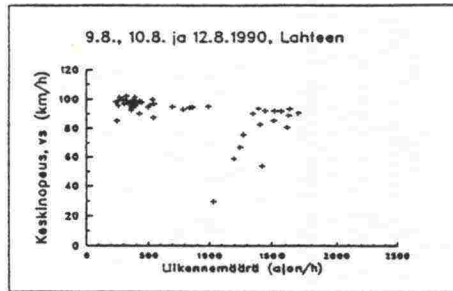
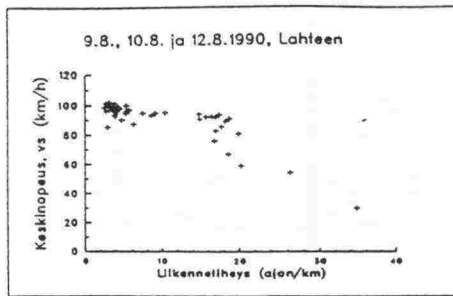
Vt 4 MÄNTSÄLÄ P - OHKOLA E  
to 14.6. ja su 17.6.1990  
Helsinkiin (16,3 km)



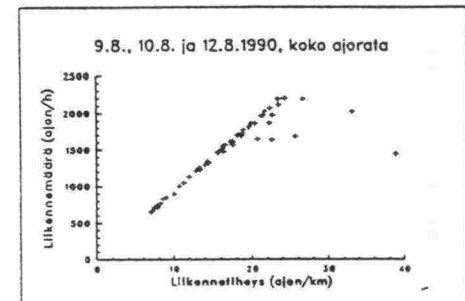
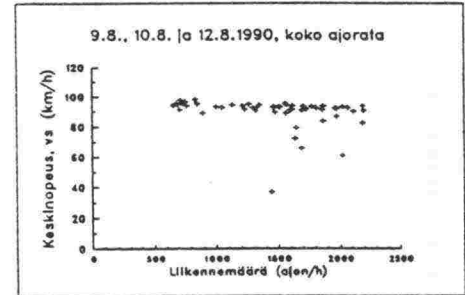
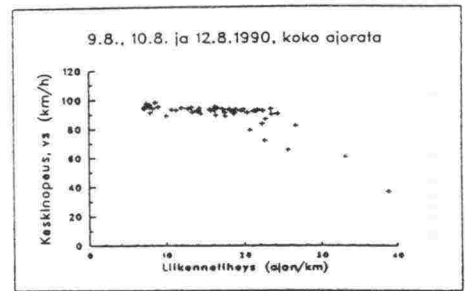




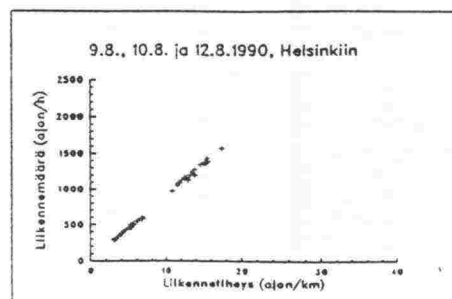
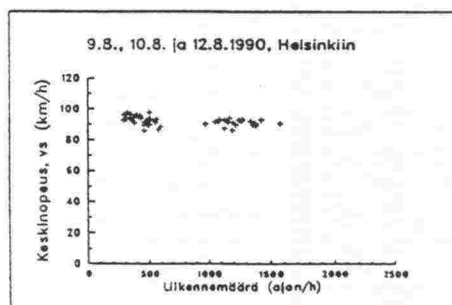
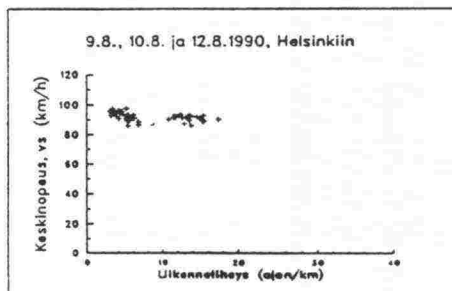
Vt 4 JÄRVENPÄÄ



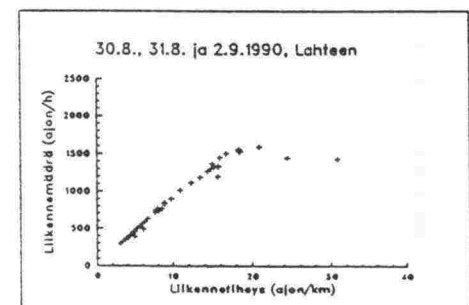
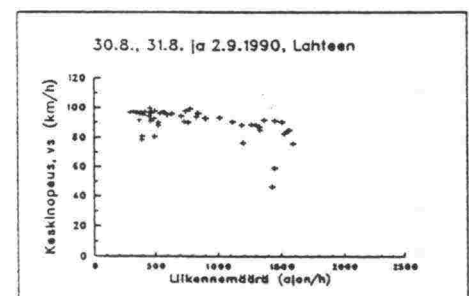
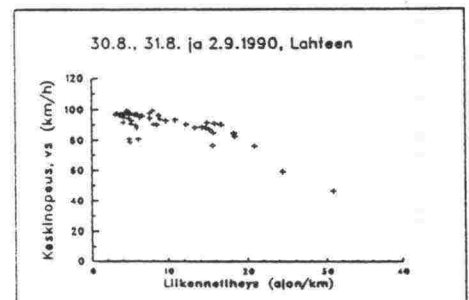
Vt 4 JÄRVENPÄÄ



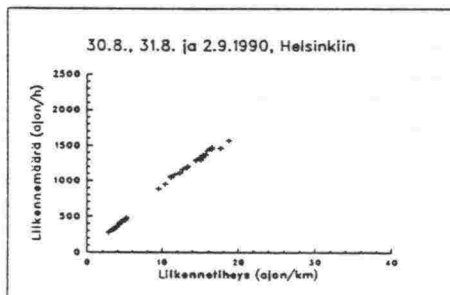
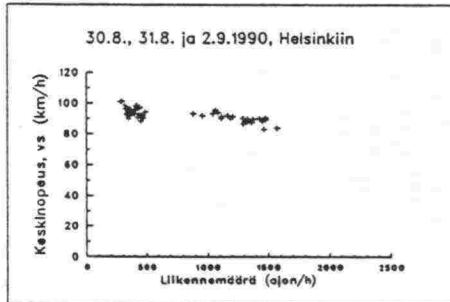
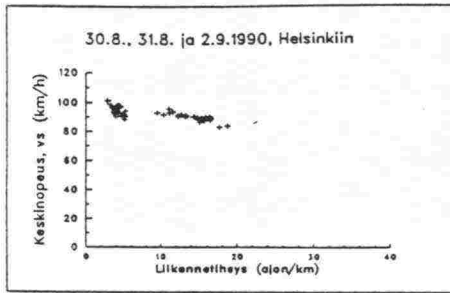
Vt 4 JÄRVENPÄÄ



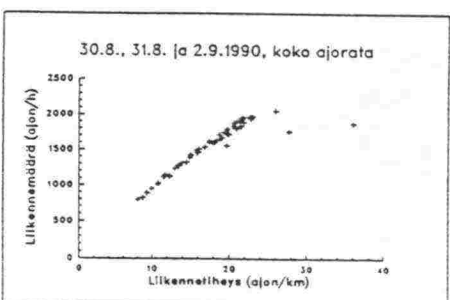
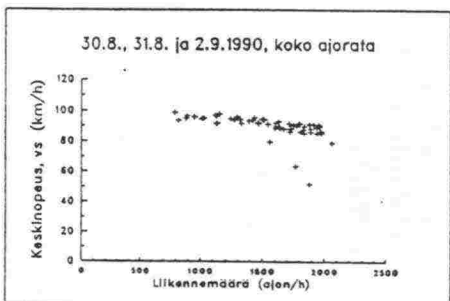
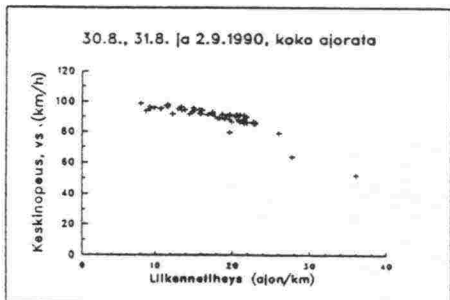
Vt 4 MÄNTSÄLÄ



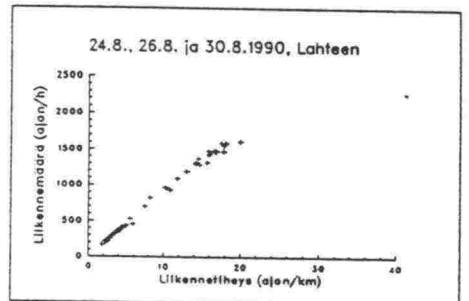
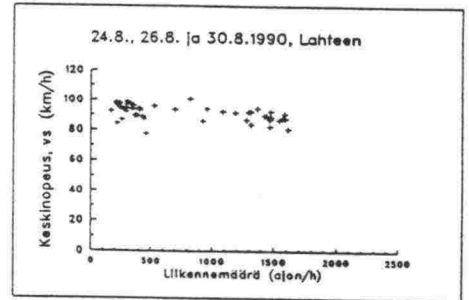
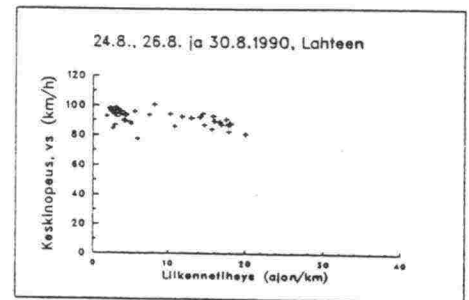
## Vt 4 MÄNTSÄLÄ



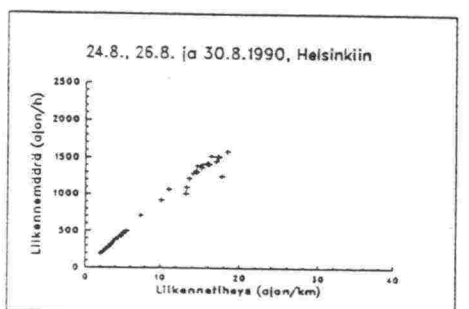
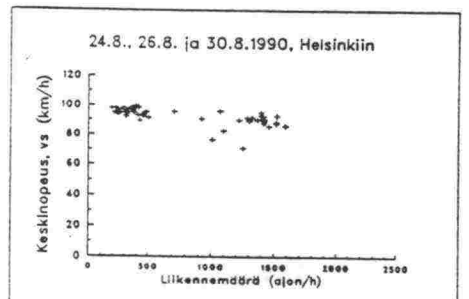
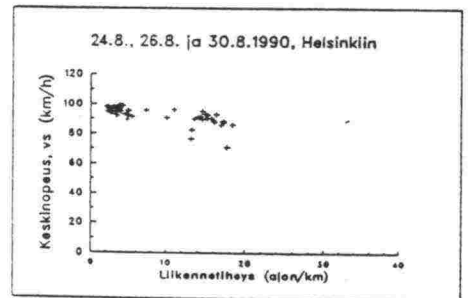
## Vt 4 MÄNTSÄLÄ



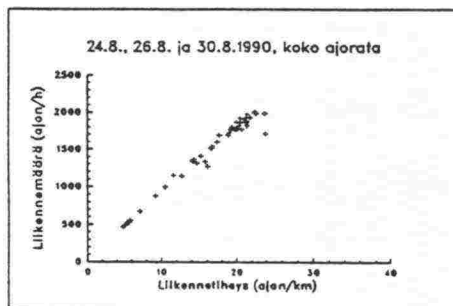
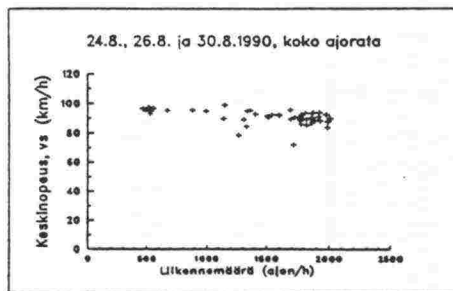
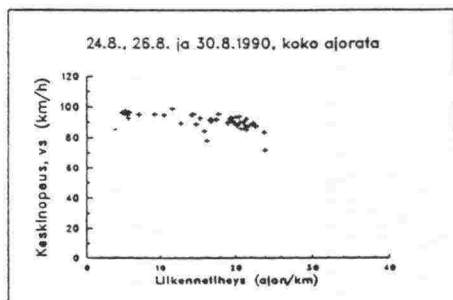
## Vt 4 ORIMATTILA



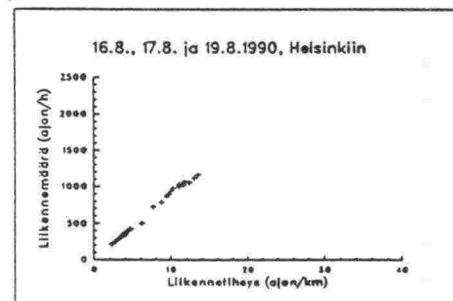
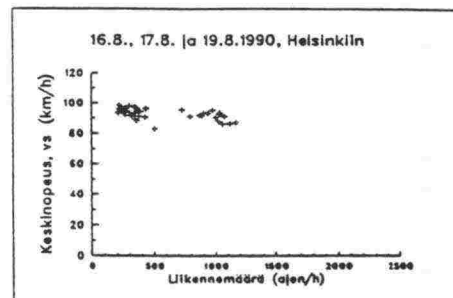
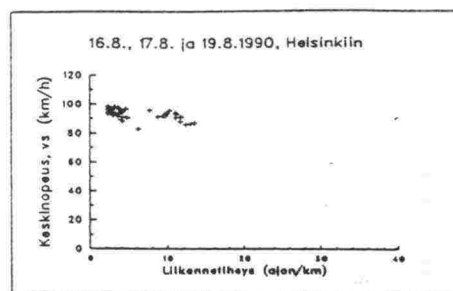
## Vt 4 ORIMATTILA



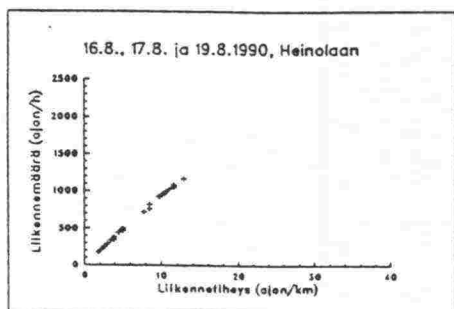
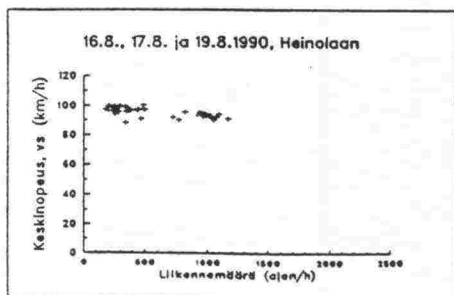
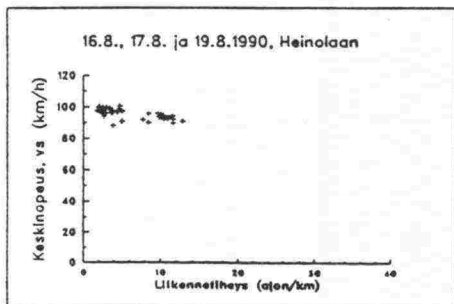
Vt 4 ORIMATTILA



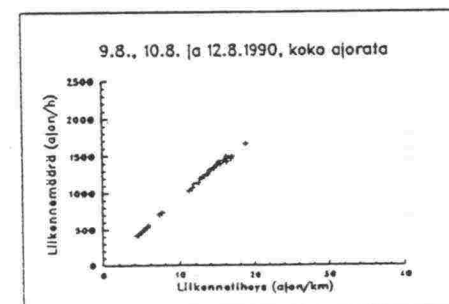
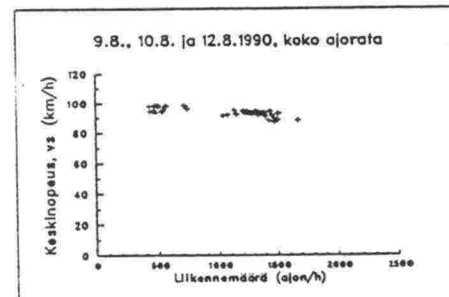
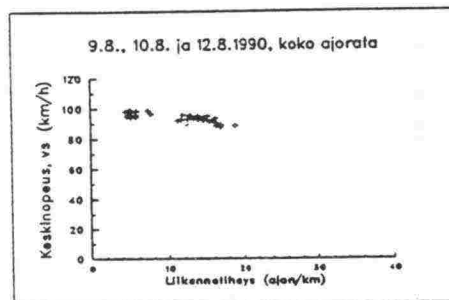
Vt 5 NASTOLA



Vt 5 NASTOLA



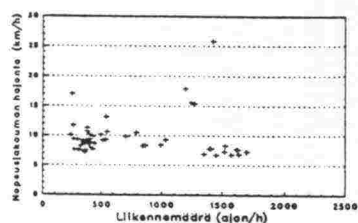
Vt 5 NASTOLA



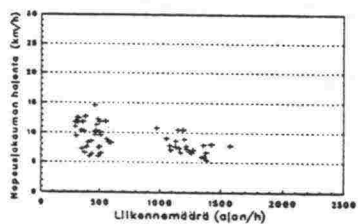


## Vt 4 JÄRVENPÄÄ

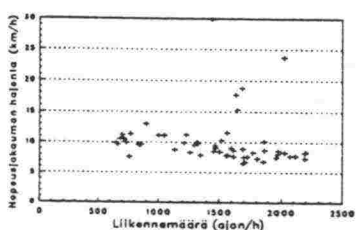
9.8., 10.8. ja 12.8.1990, Lahteen



9.8., 10.8. ja 12.8.1990, Helsinkiin

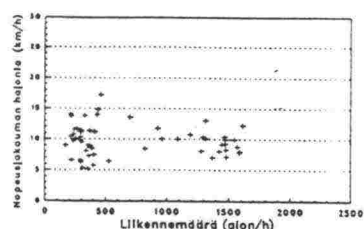


9.8., 10.8. ja 12.8.1990, koko ajorata

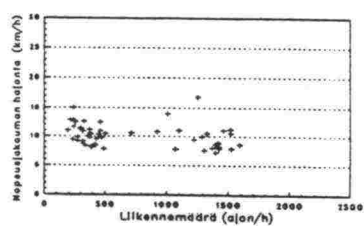


## Vt 4 ORIMATTILA

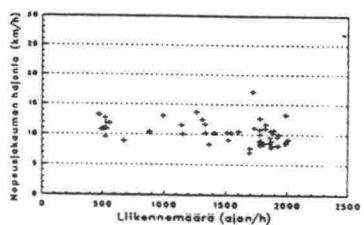
24.8., 26.8. ja 30.8.1990, Lahteen



24.8., 26.8. ja 30.8.1990, Helsinkiin

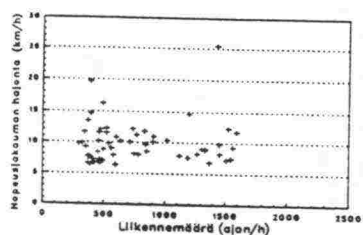


24.8., 26.8. ja 30.8.1990, koko ajorata

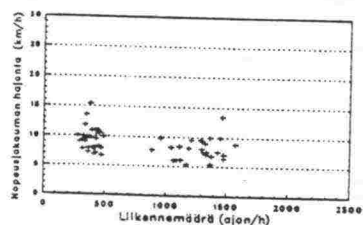


## Vt 4 MÄNTSÄLÄ

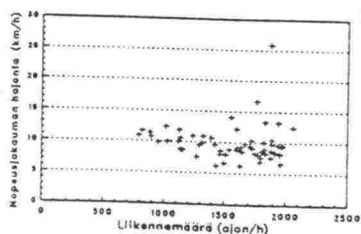
30.8., 31.8. ja 2.9.1990, Lahteen



30.8., 31.8. ja 2.9.1990, Helsinkiin

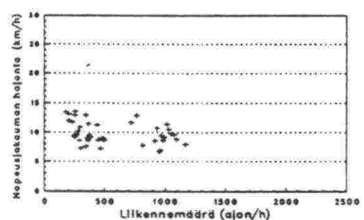


30.8., 31.8. ja 2.9.1990, koko ajorata

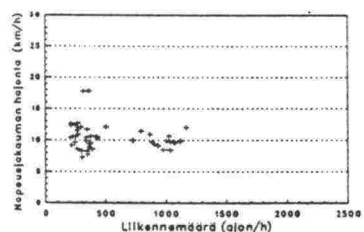


## Vt 5 NASTOLA

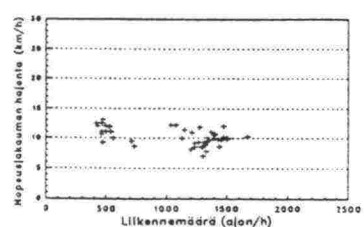
16.8., 17.8. ja 19.8.1990, Heinolaan



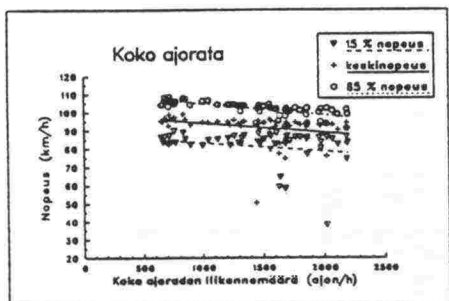
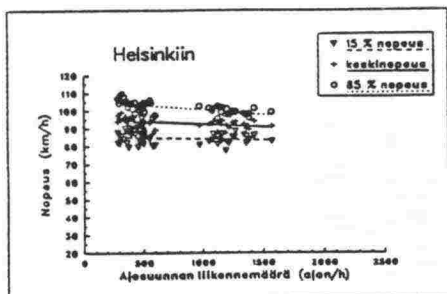
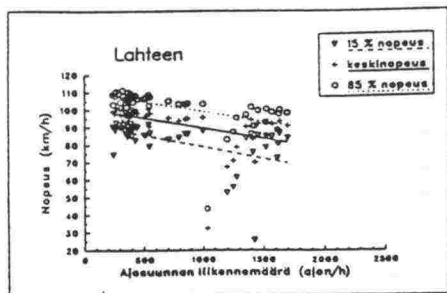
16.8., 17.8. ja 19.8.1990, Helsinkiin



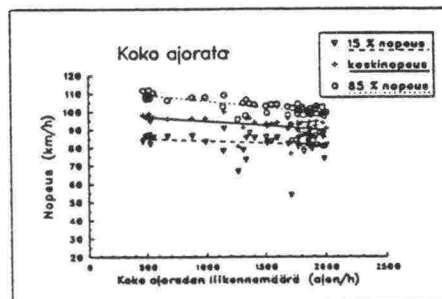
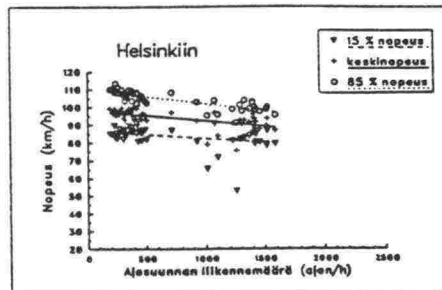
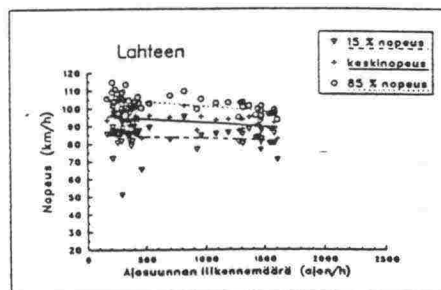
16.8., 17.8. ja 19.8.1990, koko ajorata



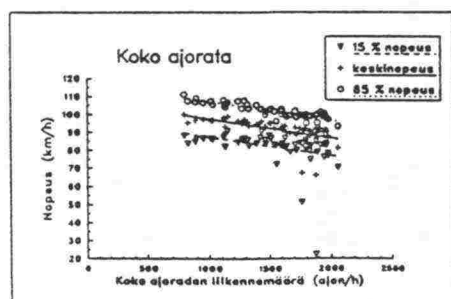
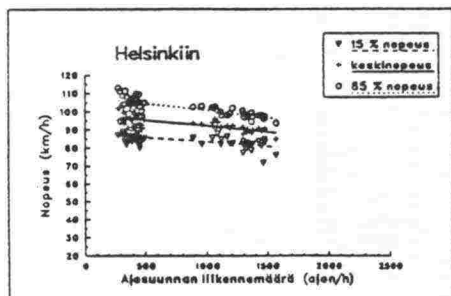
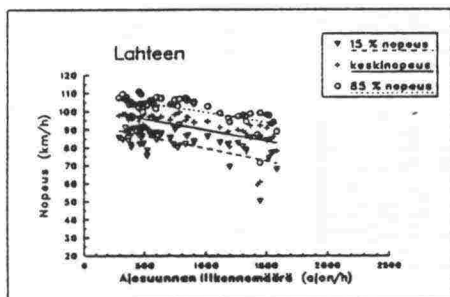
Vt 4 JÄRVENPÄÄ



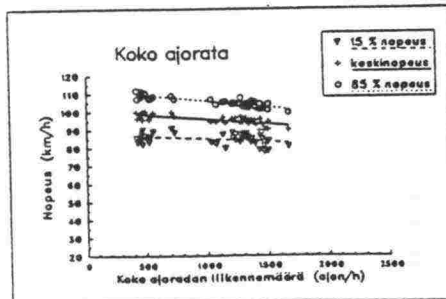
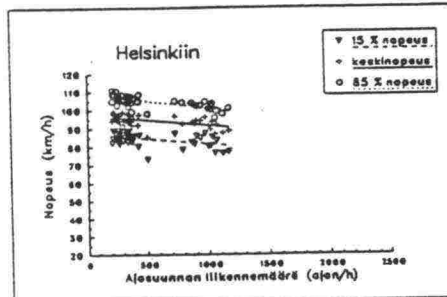
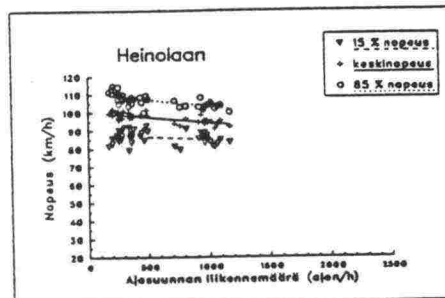
Vt 4 ORIMATTILA



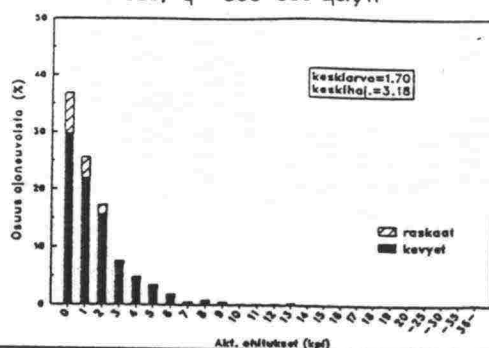
Vt 4 MÄNTSÄLÄ



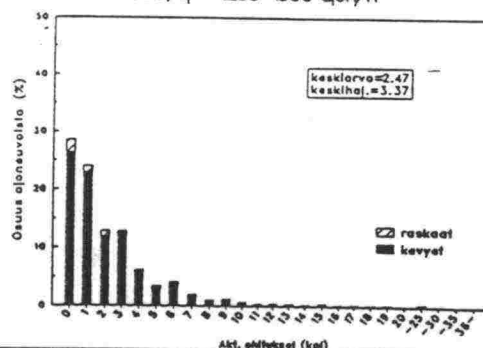
Vt 5 NASTOLA



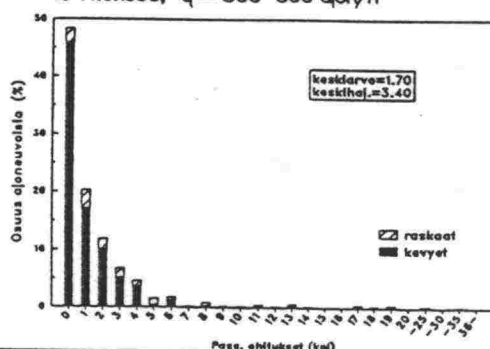
Mäntsälä P – Ohkola E, 16,3 km  
to 14.6.1990, q = 300–500 ajony/h



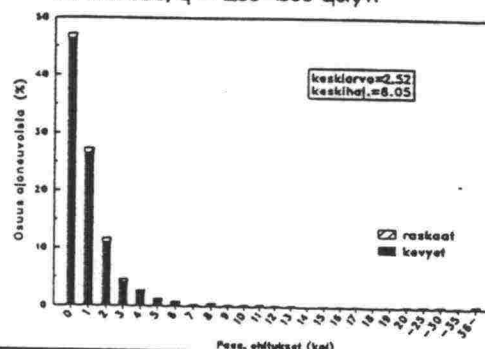
Mäntsälä P – Ohkola E, 16,3 km  
su 17.6.1990, q = 1200–1500 ajony/h



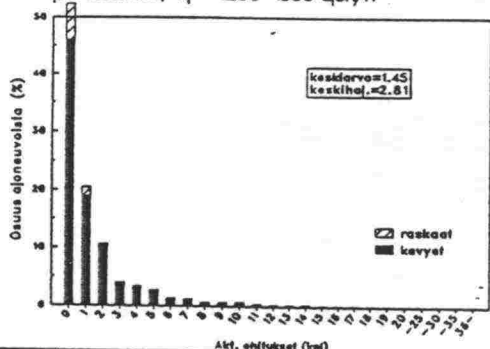
Mäntsälä P – Ohkola E, 16,3 km  
to 14.6.1990, q = 300–500 ajony/h



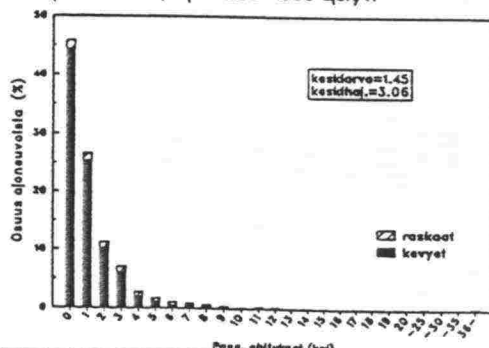
Mäntsälä P – Ohkola E, 16,3 km  
su 17.6.1990, q = 1200–1500 ajony/h



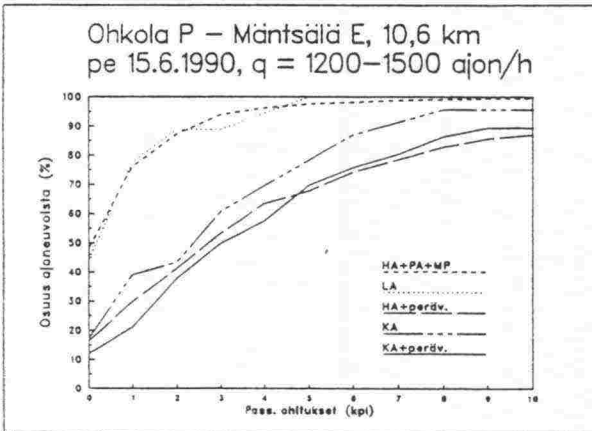
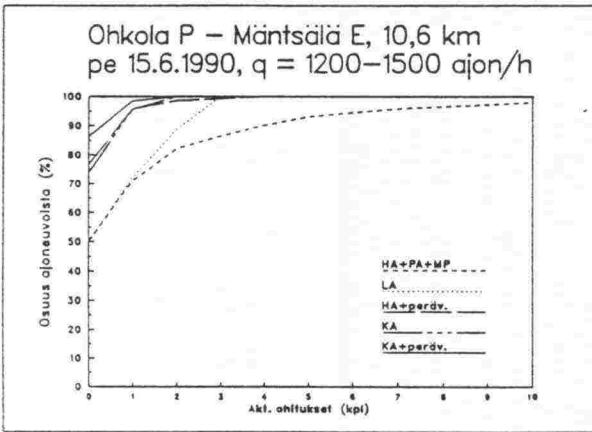
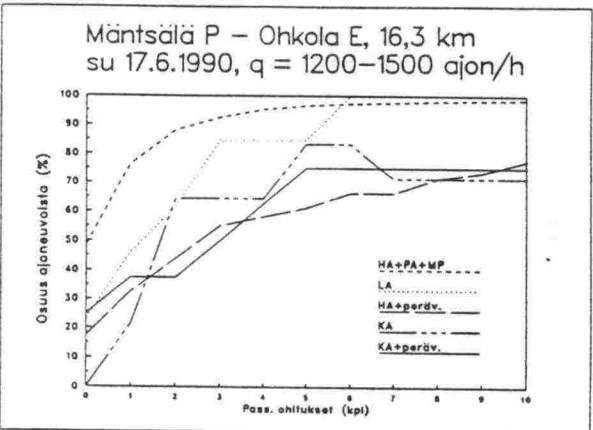
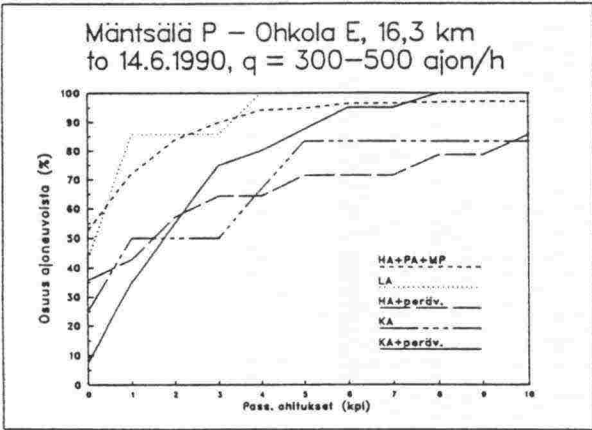
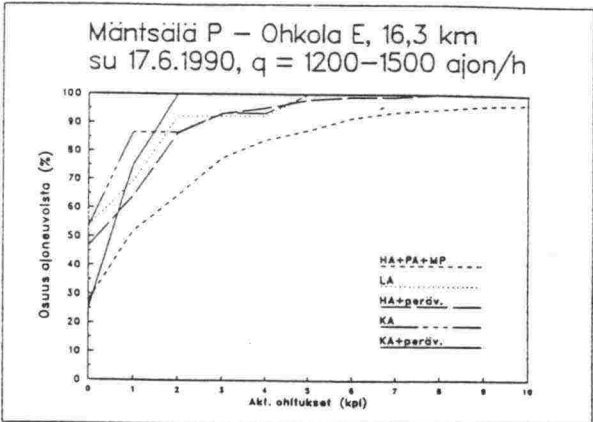
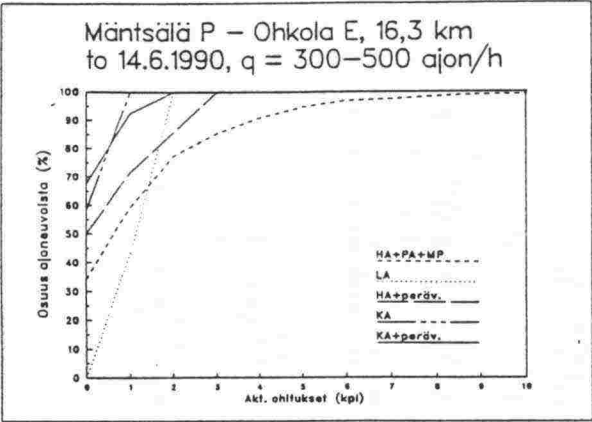
Ohkola P – Mäntsälä E, 10,6 km  
pe 15.6.1990, q = 1200–1500 ajony/h



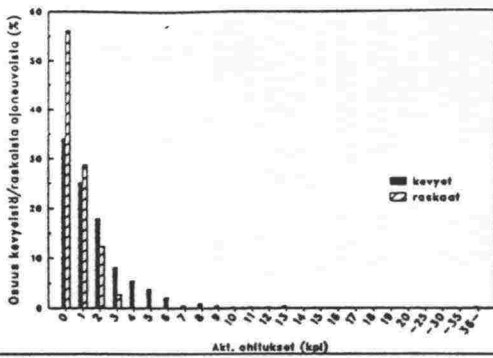
Ohkola P – Mäntsälä, 10,6 km  
pe 15.6.1990, q = 1200–1500 ajony/h



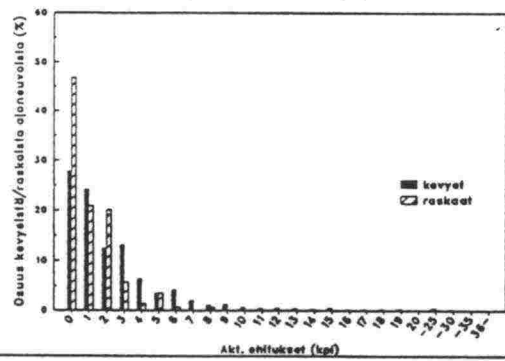




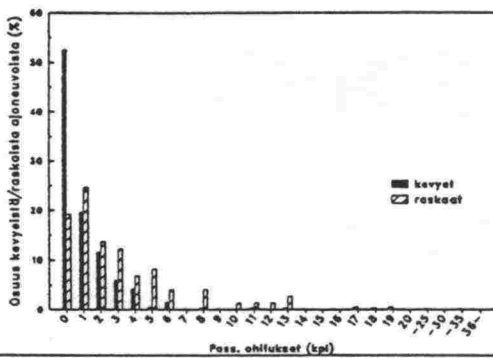
Mäntsälä P – Ohkola E, 16,3 km  
to 14.6.1990, q = 300–500 ajory/h



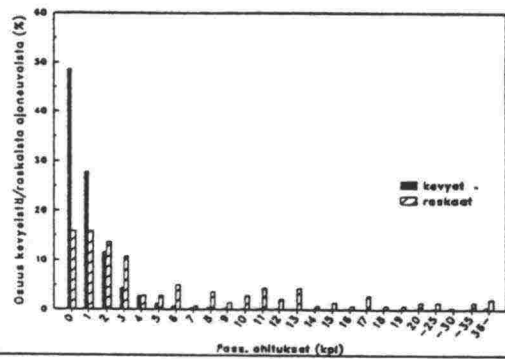
Mäntsälä P – Ohkola E, 16,3 km  
su 17.6.1990, q = 1200–1500 ajory/h



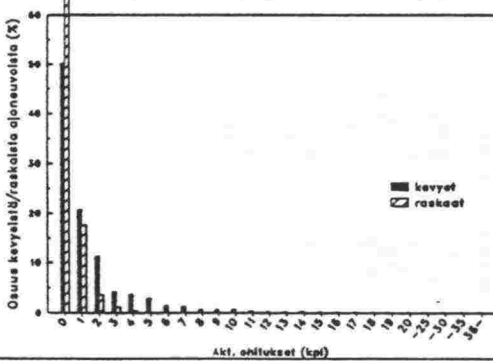
Mäntsälä P – Ohkola E, 16,3 km  
to 14.6.1990, q = 300–500 ajory/h



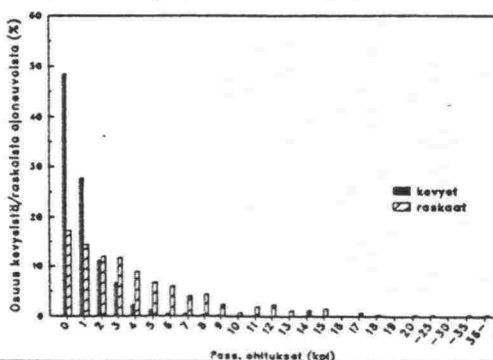
Mäntsälä P – Ohkola E, 16,3 km  
su 17.6.1990, q = 1200–1500 ajory/h



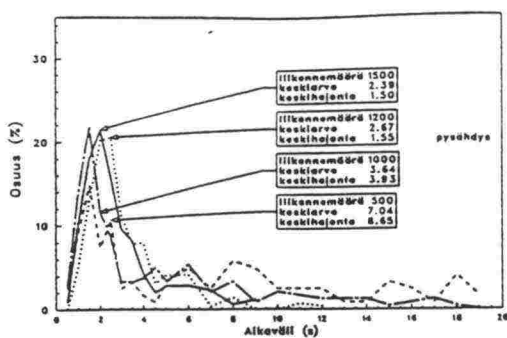
Ohkola P – Mäntsälä E, 10,6 km  
pe 15.6.1990, q = 1200–1500 ajory/h



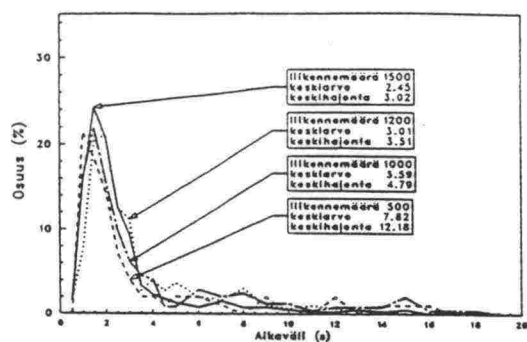
Ohkola P – Mäntsälä E, 10,6 km  
pe 15.6.1990, q = 1200–1500 ajory/h



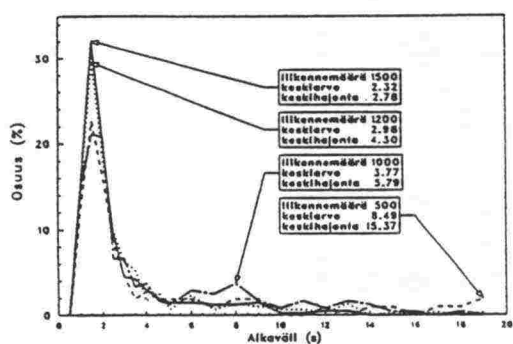
Vt 4 JÄRVENPÄÄ  
Lahteen



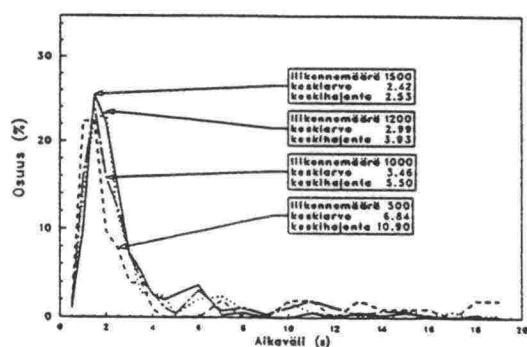
Vt 4 MÄNTSÄLÄ  
Lahteen



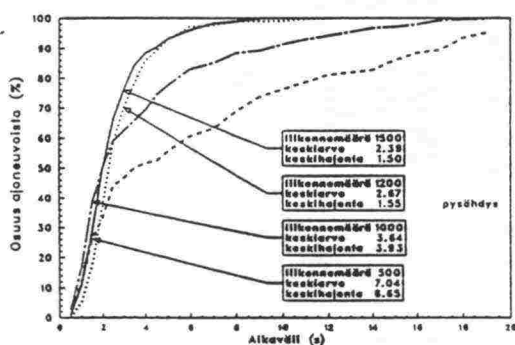
Vt 4 JÄRVENPÄÄ  
Helsinkiin



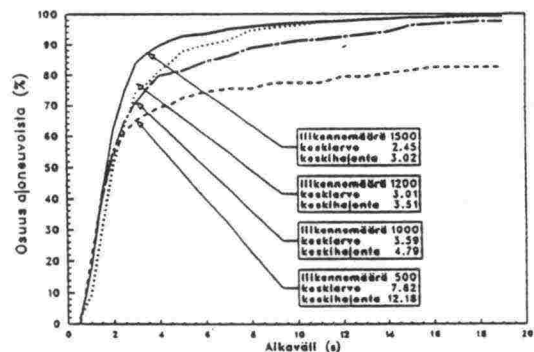
Vt 4 MÄNTSÄLÄ  
Helsinkiin



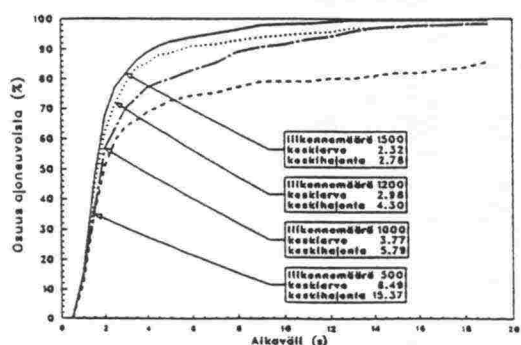
Vt 4 JÄRVENPÄÄ  
Lahteen



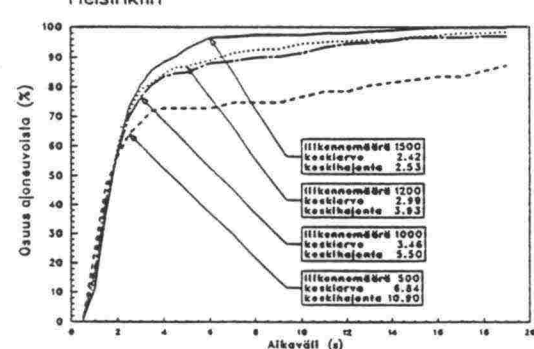
Vt 4 MÄNTSÄLÄ  
Lahteen



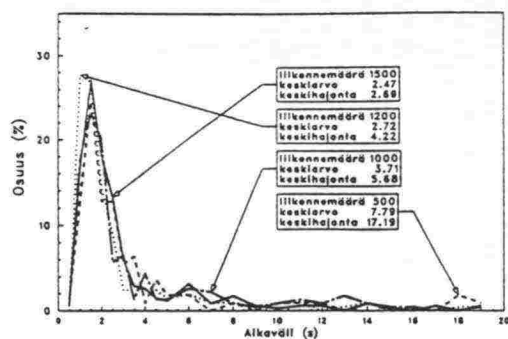
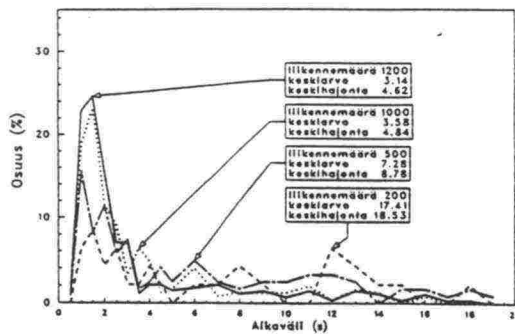
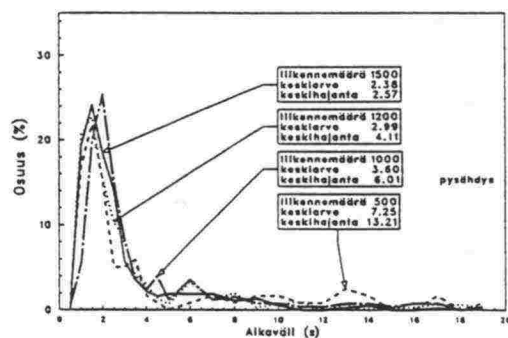
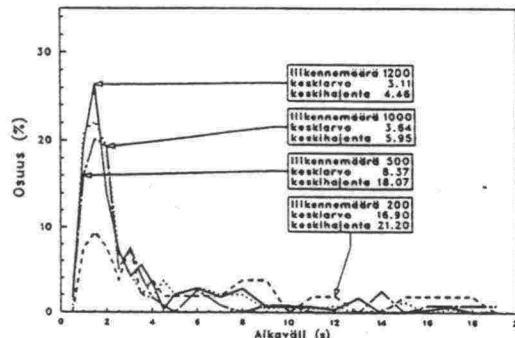
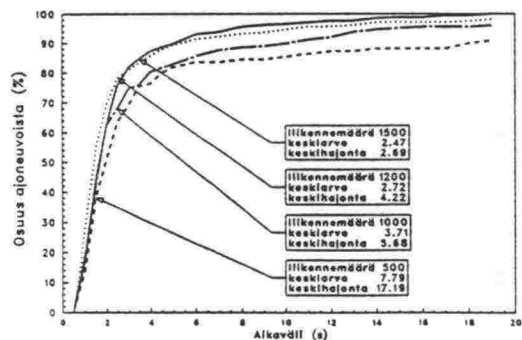
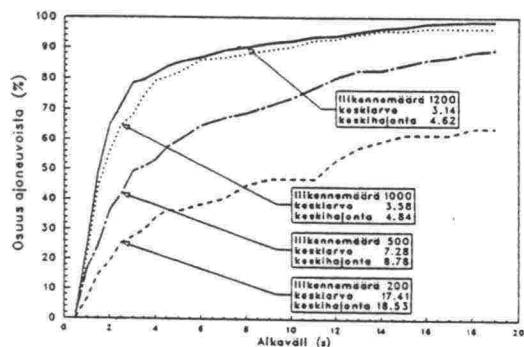
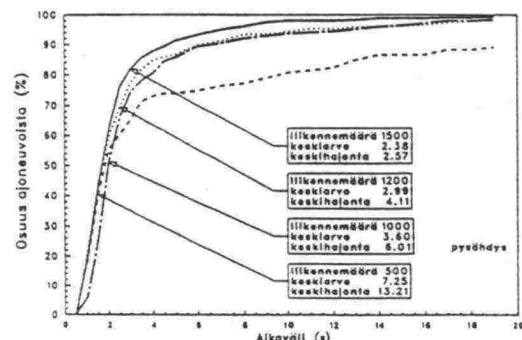
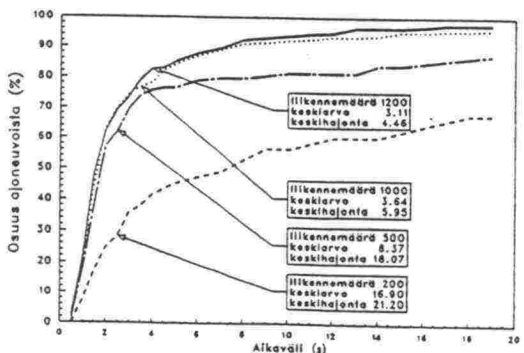
Vt 4 JÄRVENPÄÄ  
Helsinkiin

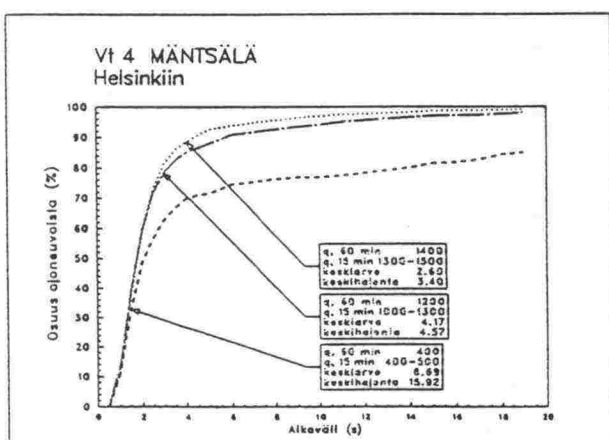
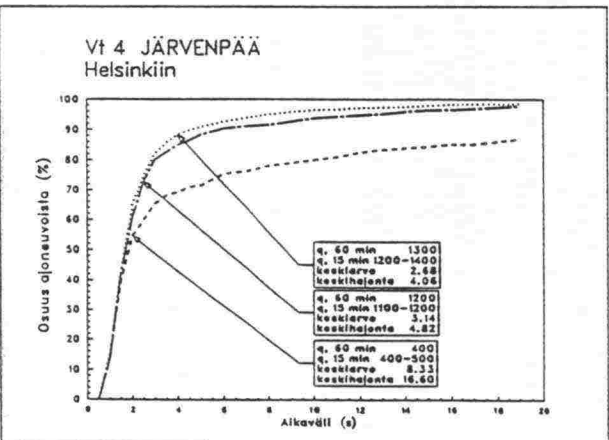
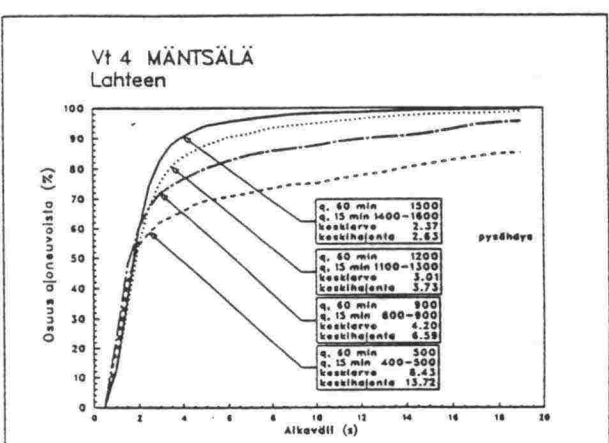
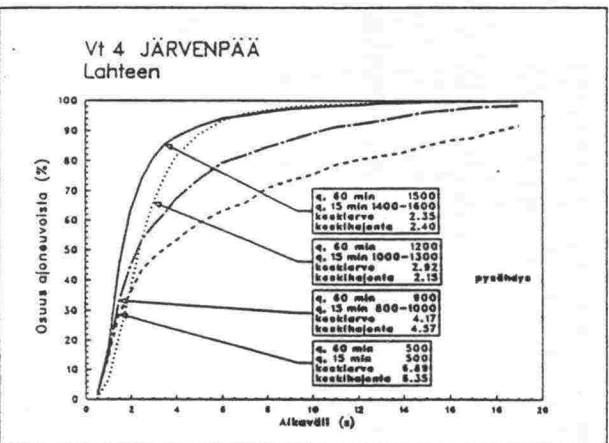
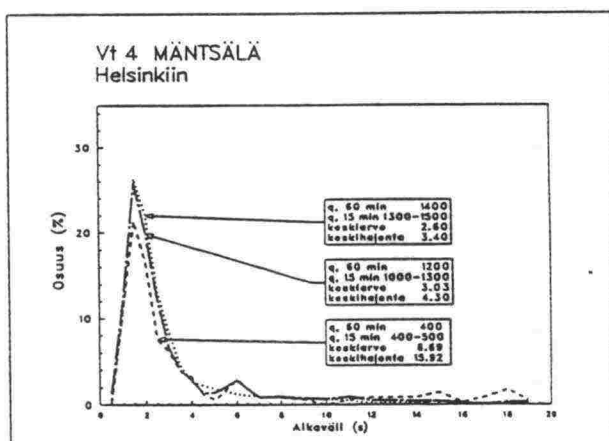
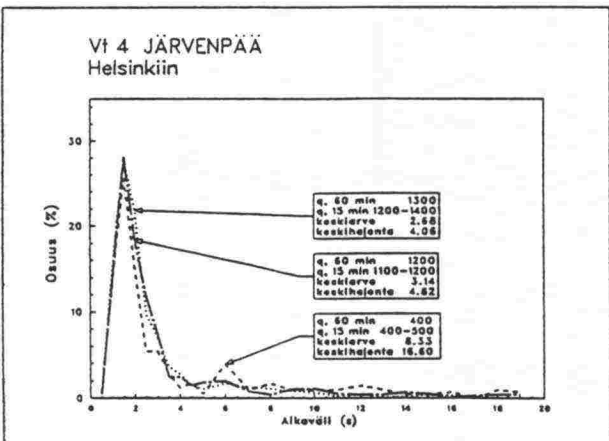
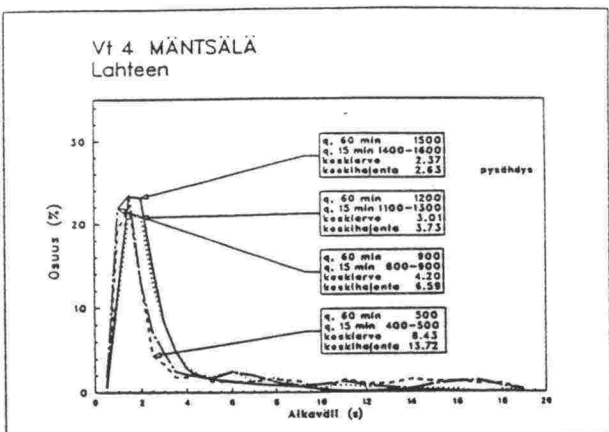
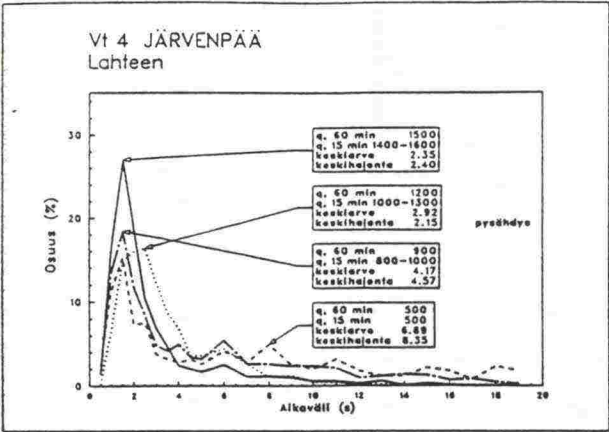


Vt 4 MÄNTSÄLÄ  
Helsinkiin

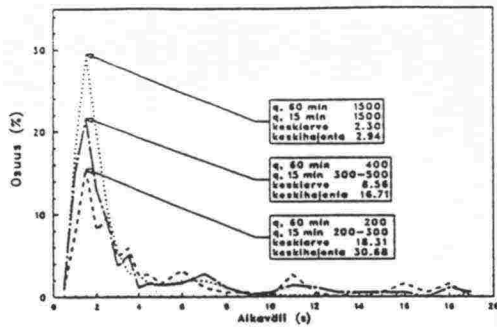




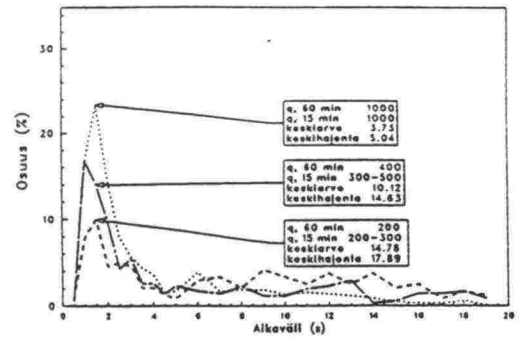
Vt 4 ORIMATTILA  
Lahteen

Vt 5 NASTOLA  
Heinolaan

Vt 4 ORIMATTILA  
Helsinkiin

Vt 5 NASTOLA  
Helsinkiin

Vt 4 ORIMATTILA  
Lahteen

Vt 5 NASTOLA  
Heinolaan

Vt 4 ORIMATTILA  
Helsinkiin

Vt 5 NASTOLA  
Helsinkiin




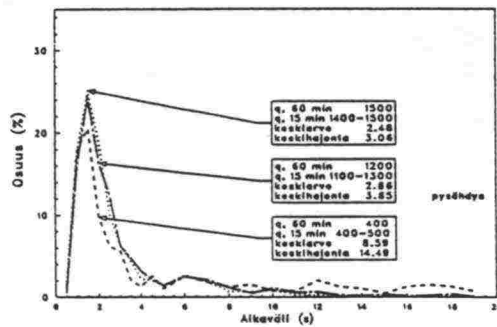
Vt 4 ORIMATTILA  
Lahteen



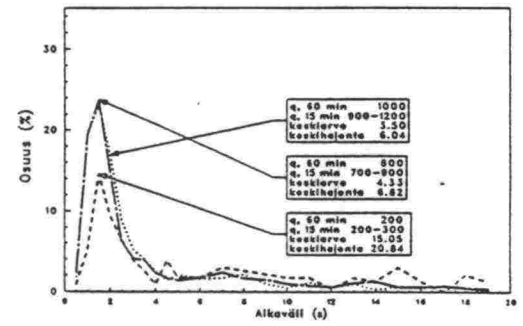
Vt 5 NASTOLA  
Heinolaan



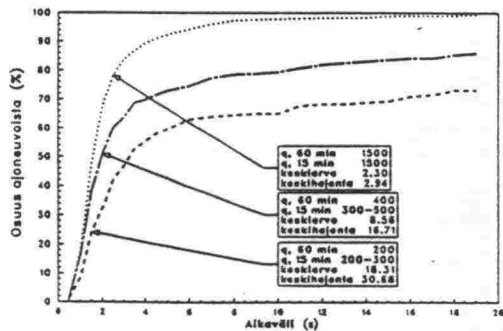
Vt 4 ORIMATTILA  
Helsinkiin



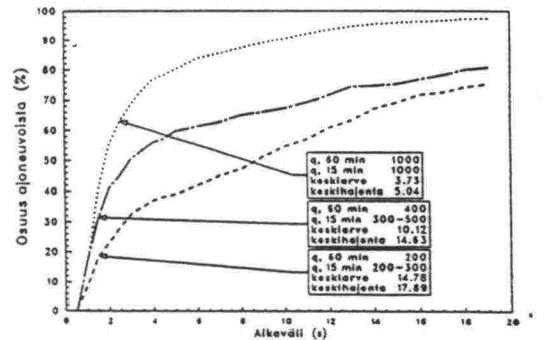
Vt 5 NASTOLA  
Helsinkiin



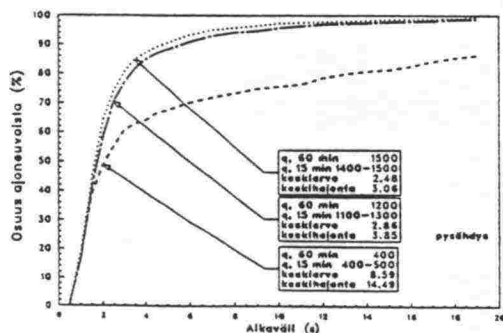
Vt 4 ORIMATTILA  
Lahteen



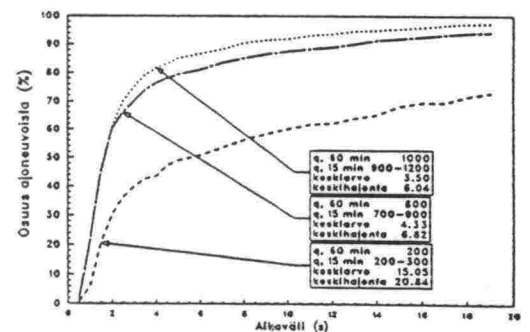
Vt 5 NASTOLA  
Heinolaan



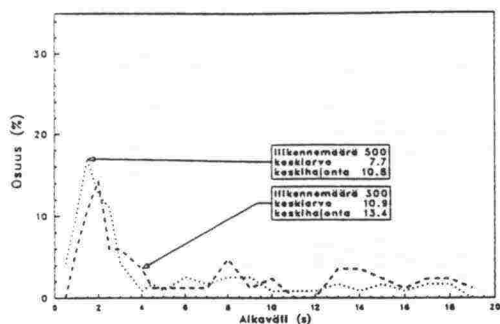
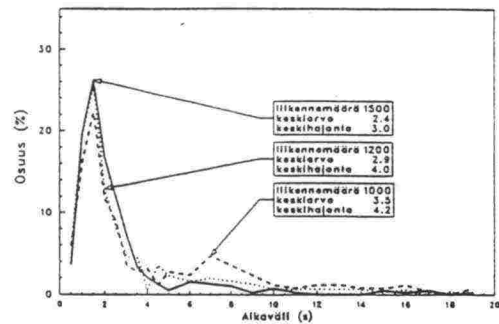
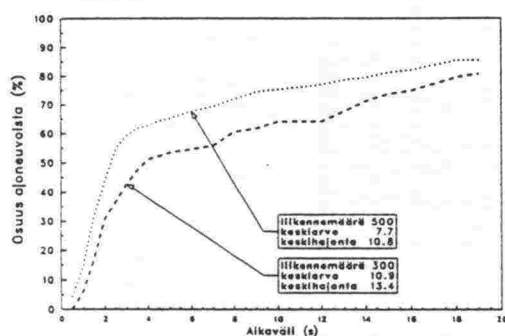
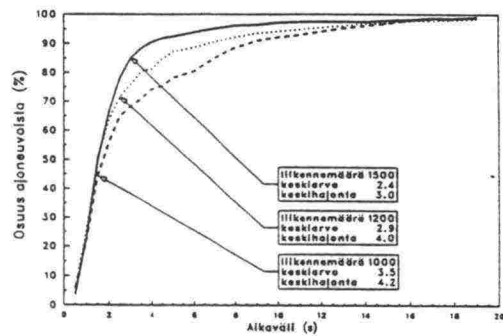
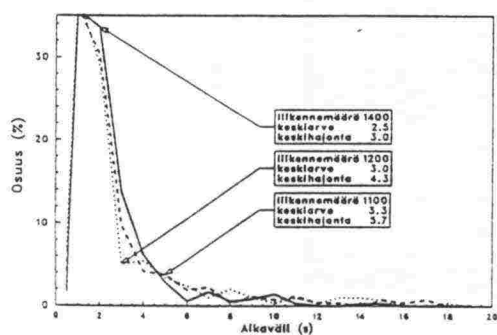
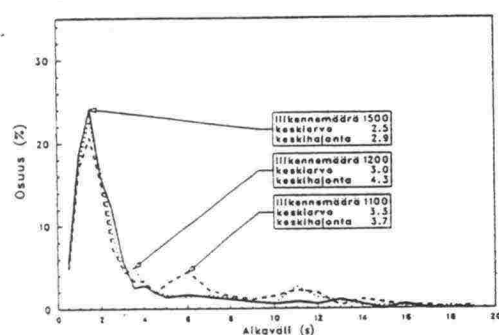
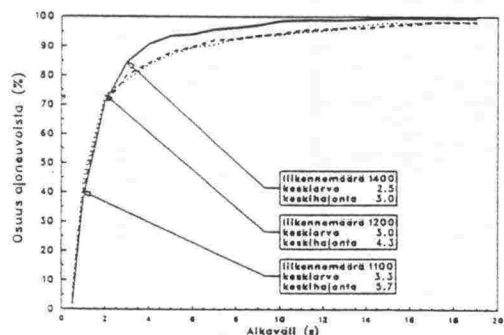
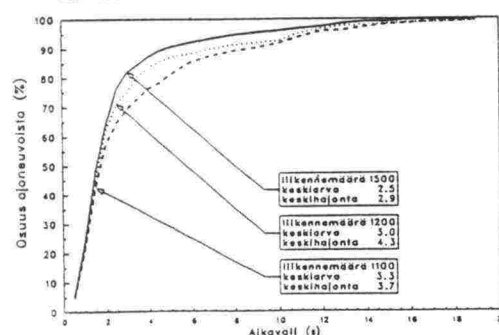
Vt 4 ORIMATTILA  
Helsinkiin



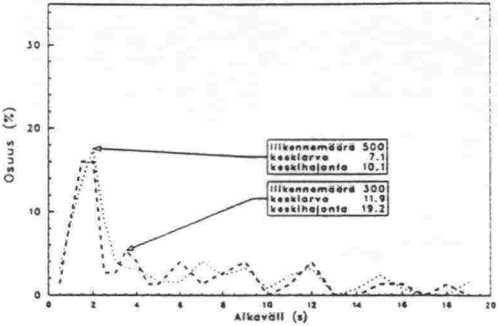
Vt 5 NASTOLA  
Helsinkiin



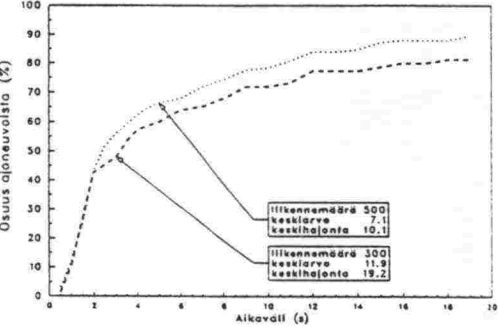


Vt 4 OHKOLAN KÄÄNTYMISPAIKKA E  
Helsinkiin

Vt 4 OHKOLAN KÄÄNTYMISPAIKKA P  
Lahteen

Vt 4 OHKOLAN KÄÄNTYMISPAIKKA E  
Helsinkiin

Vt 4 OHKOLAN KÄÄNTYMISPAIKKA P  
Lahteen

Vt 4 OHKOLAN KÄÄNTYMISPAIKKA E  
Helsinkiin

Vt 4 MANTSALA E  
Lahteen

Vt 4 OHKOLAN KÄÄNTYMISPAIKKA E  
Helsinkiin

Vt 4 MANTSALA E  
Lahteen


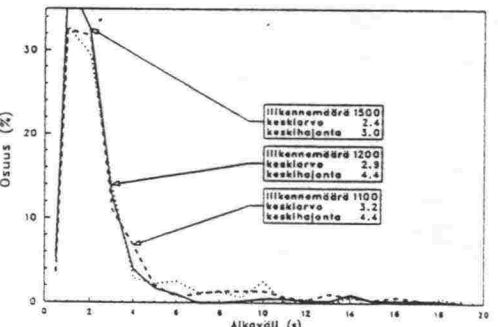
Vt 4 MÄNTSÄLÄ P  
Helsinkiin



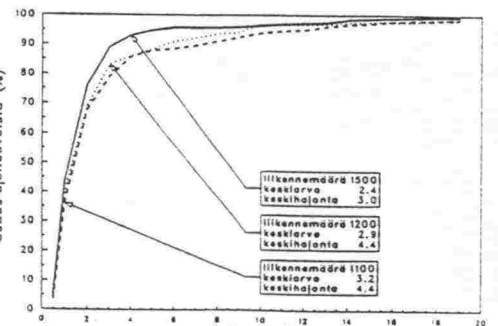
Vt 4 MÄNTSÄLÄ P  
Helsinkiin



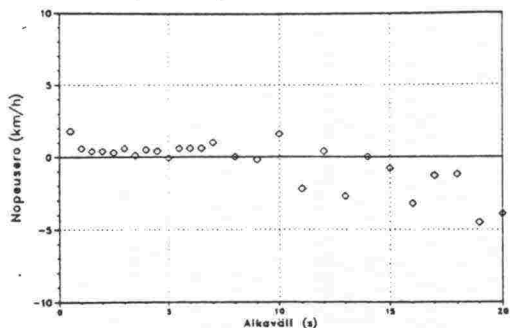
Vt 4 MÄNTSÄLÄ P  
Helsinkiin



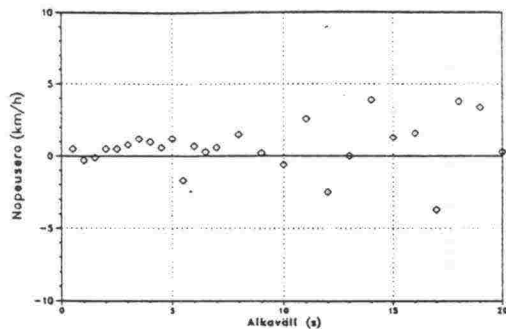
Vt 4 MÄNTSÄLÄ P  
Helsinkiin



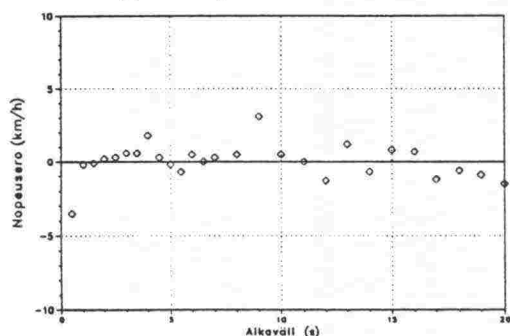
Vt 4 Järvenpää  
Lahteen  
to 9.8., pe 10.8. ja su 12.8.1990



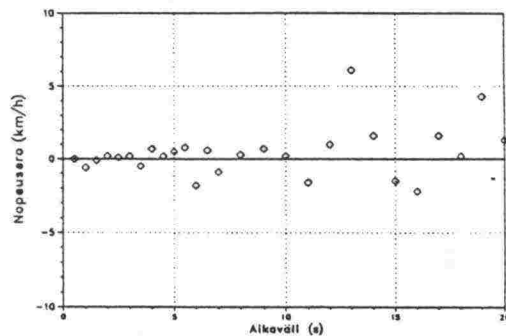
Vt 4 Orimattila  
Lahteen  
to 30.8., pe 24.8. ja su 26.8.1990



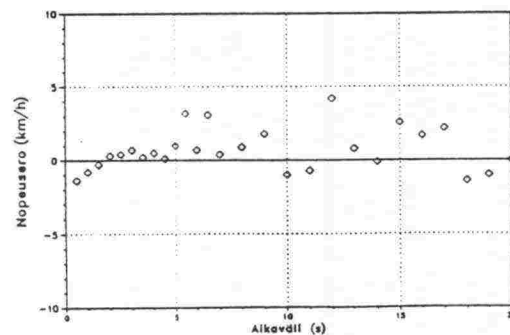
Vt 4 Järvenpää  
Helsinkiin  
to 9.8., pe 10.8. ja su 12.8.1990



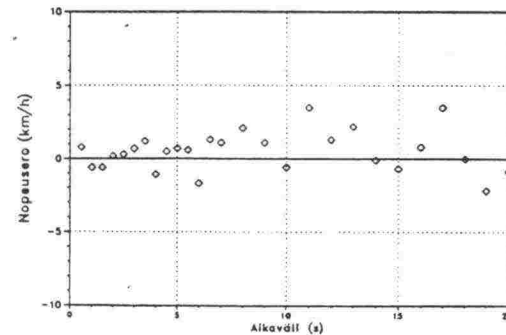
Vt 4 Orimattila  
Helsinkiin  
to 30.8., pe 24.8. ja su 24.8.1990



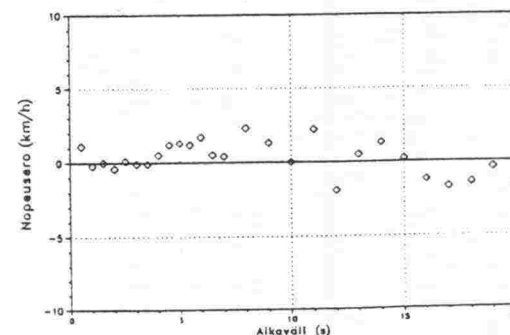
Vt 4 Mäntsälä  
Lahteen  
to 30.8., pe 31.8. ja su 2.9.1990



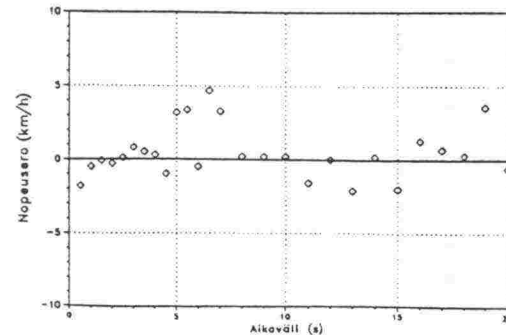
Vt 5 Nastola  
Heinolaan  
to 16.8., pe 17.8. ja su 19.8.1990



Vt 4 Mäntsälä  
Helsinkiin  
to 30.8., pe 31.8. ja su 2.9.1990

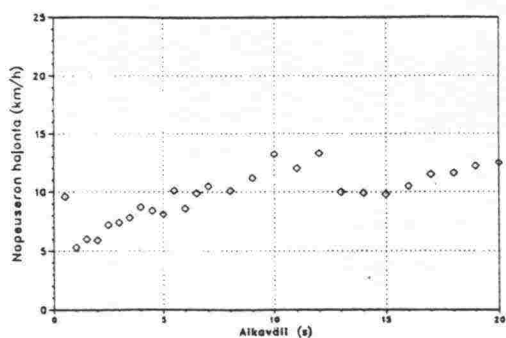


Vt 5 Nastola  
Helsinkiin  
to 16.8., pe 17.8. ja su 19.8.1990

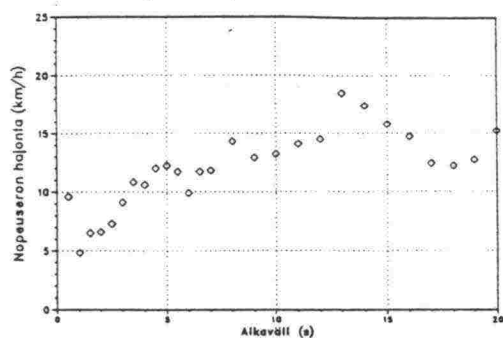




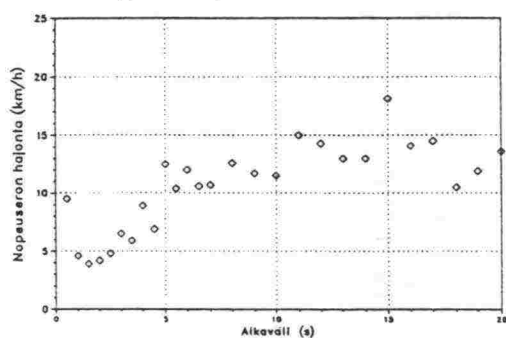
Vt 4 Järvenpää  
Lahteen  
to 9.8., pe 10.8. ja su 12.8.1990



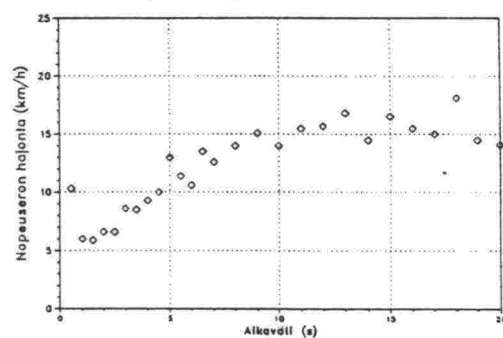
Vt 4 Orimattila  
Lahteen  
to 30.8., pe 24.8. ja su 26.8.1990



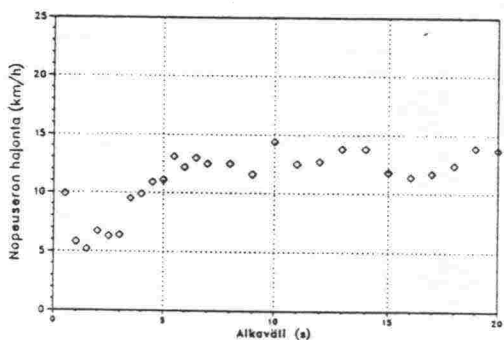
Vt 4 Järvenpää  
Helsinkiin  
to 9.8., pe 10.8. ja su 12.8.1990



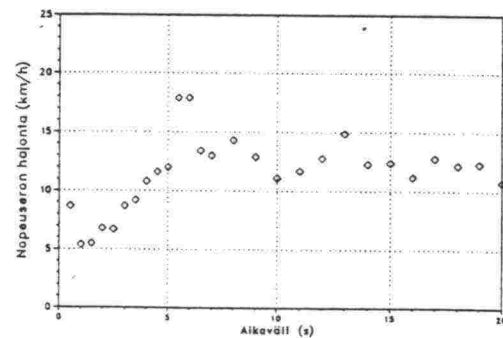
Vt 4 Orimattila  
Helsinkiin  
to 30.8., pe 24.8. ja su 26.8.1990



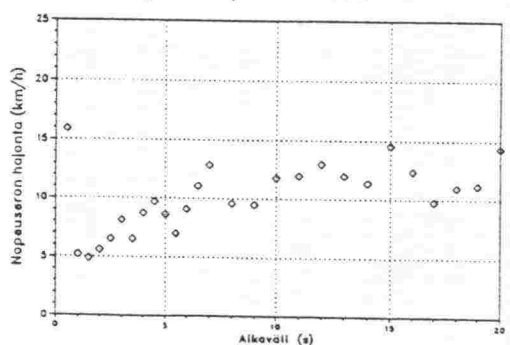
Vt 4 Mäntsälä  
Lahteen  
to 30.8., pe 31.8. ja su 2.9.1990



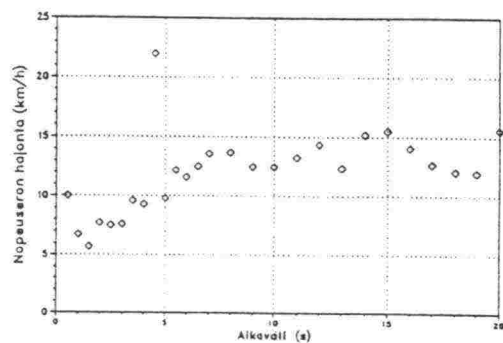
Vt 5 Nastola  
Heinolaan  
to 16.8., pe 17.8. ja su 19.8.1990



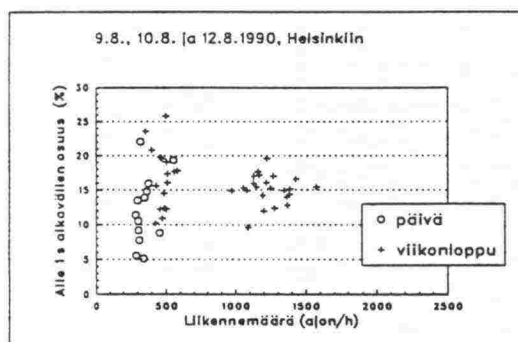
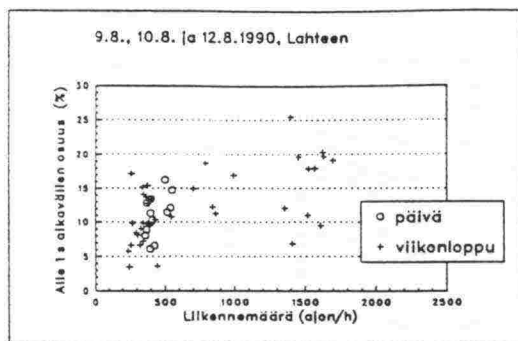
Vt 4 Mäntsälä  
Helsinkiin  
to 30.8., pe 31.8. ja su 2.9.1990



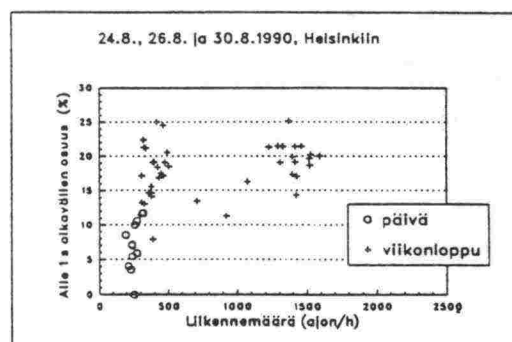
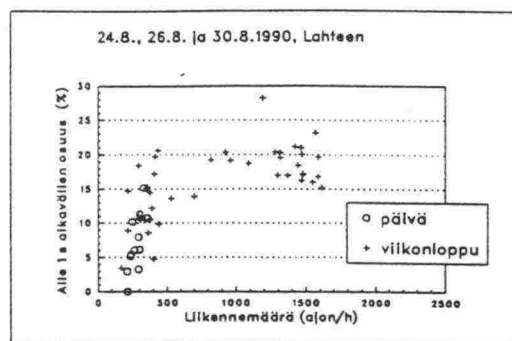
Vt 5 Nastola  
Helsinkiin  
to 16.8., pe 17.8. ja su 19.8.1990



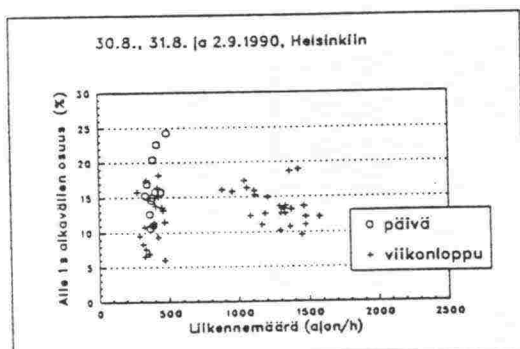
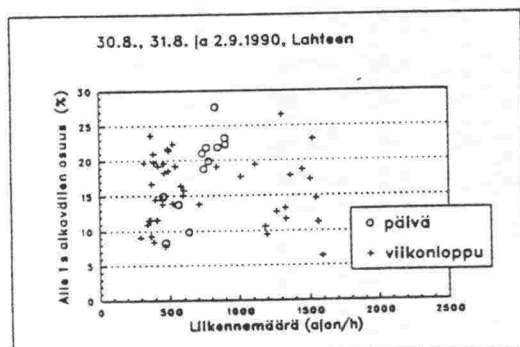
## Vt 4 JÄRVENPÄÄ



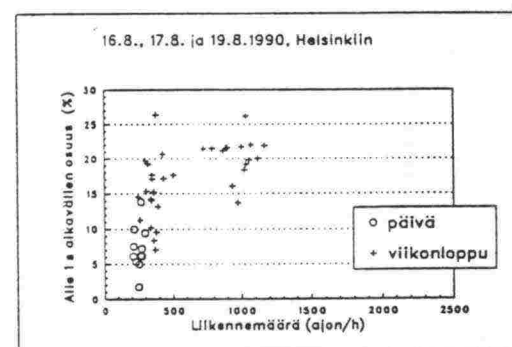
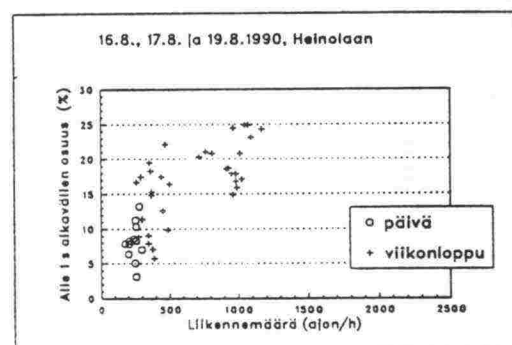
## Vt 4 ORIMATTILA



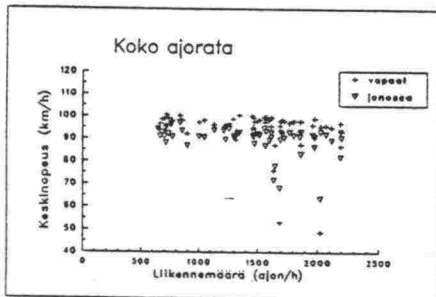
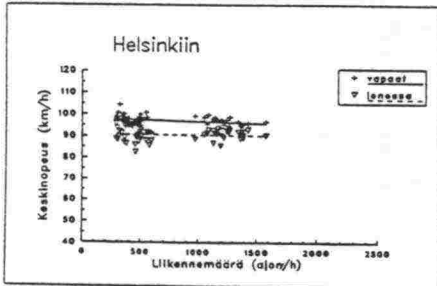
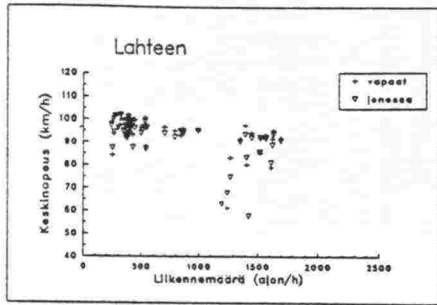
## Vt 4 MÄNTSÄLÄ



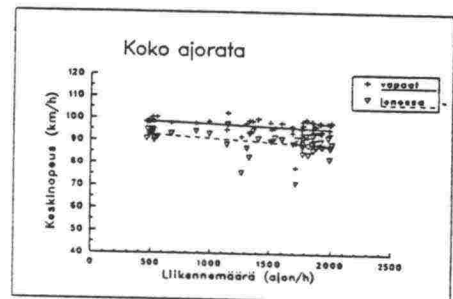
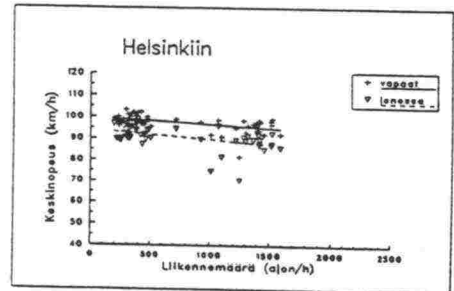
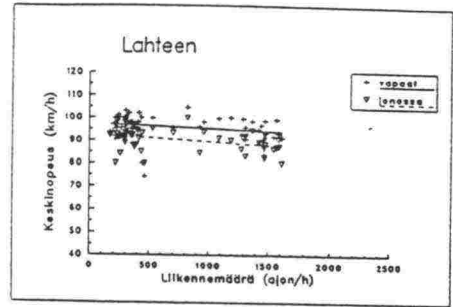
## Vt 5 NASTOLA



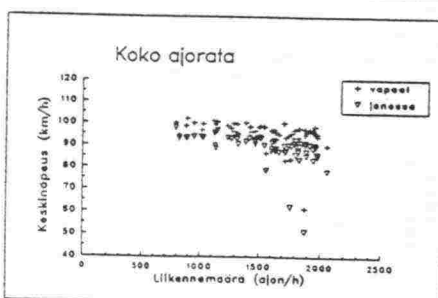
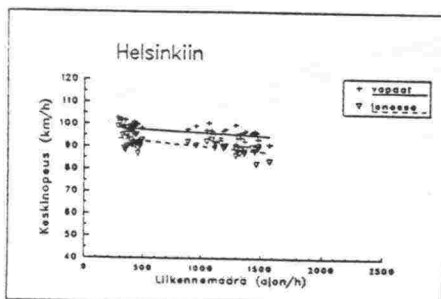
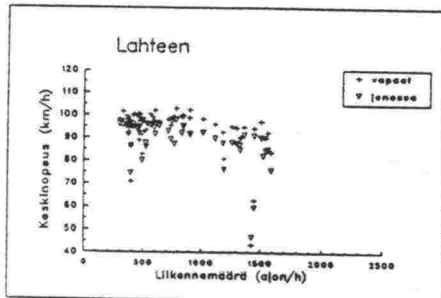
Vt 4 JÄRVENPÄÄ



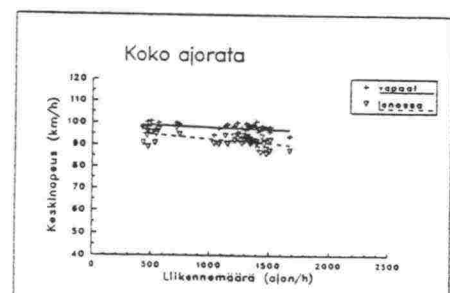
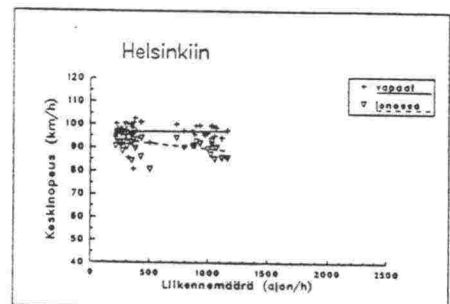
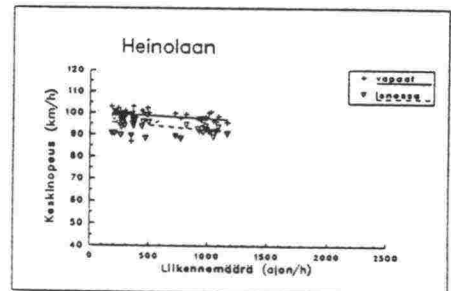
Vt 4 ORIMATTILA



Vt 4 MÄNTSÄLÄ

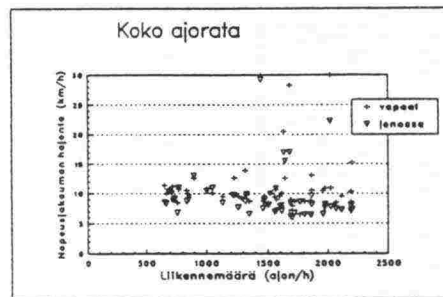
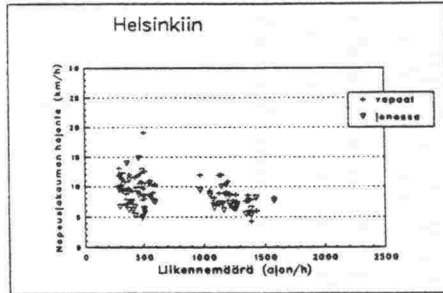
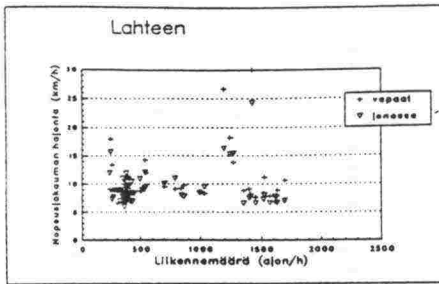


Vt 5 NASTOLA

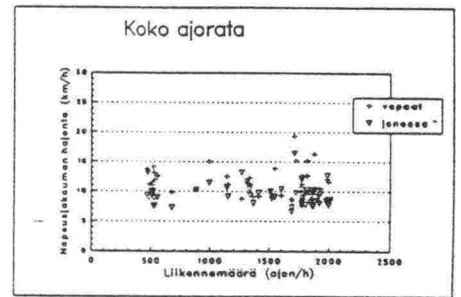
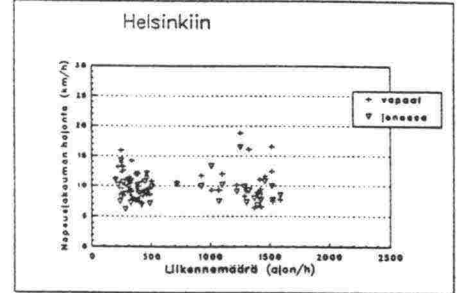
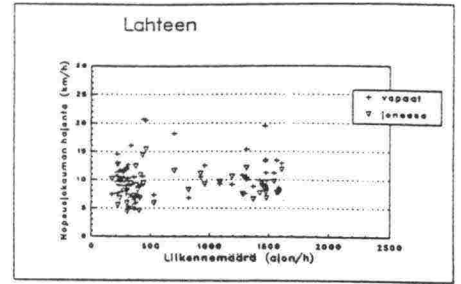




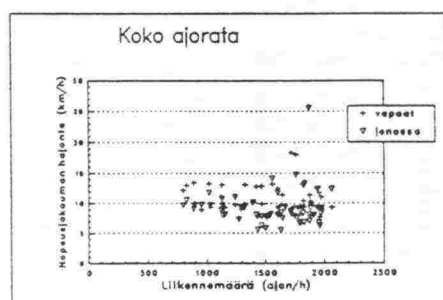
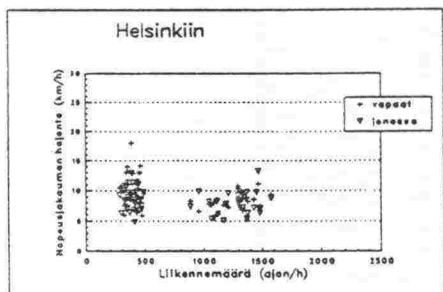
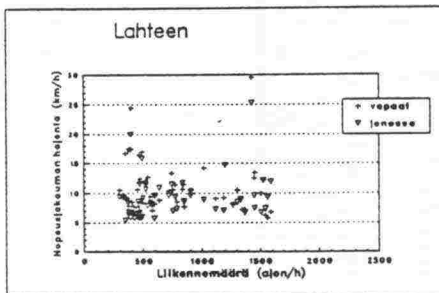
Vt 4 JÄRVENPÄÄ



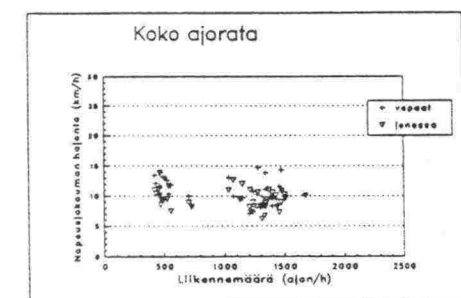
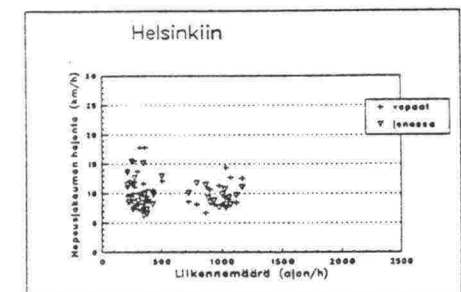
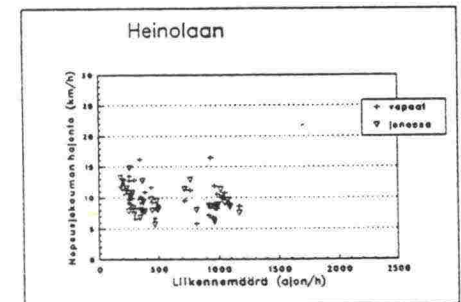
Vt 4 ORIMATTILA



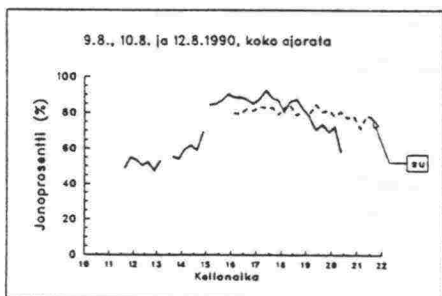
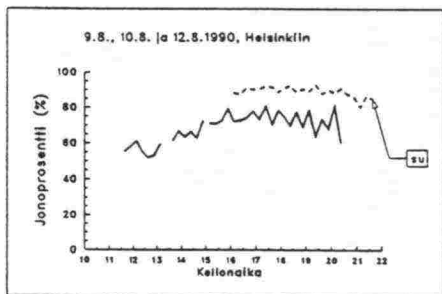
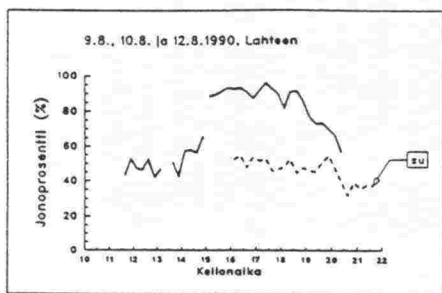
Vt 4 MÄNTSÄLÄ



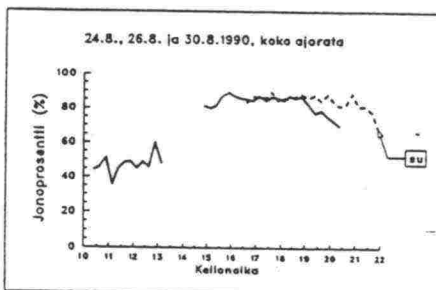
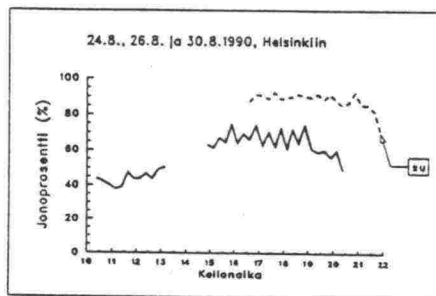
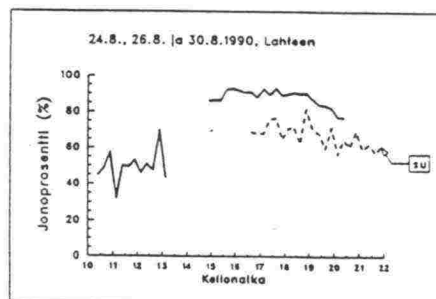
Vt 5 NASTOLA



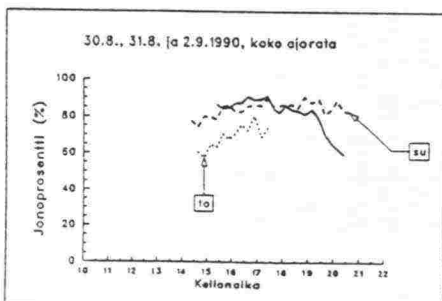
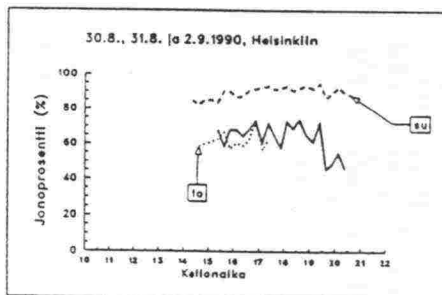
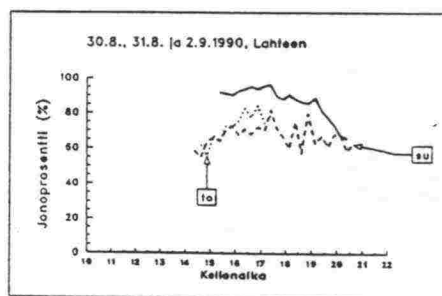
# Vt 4 JÄRVENPÄÄ



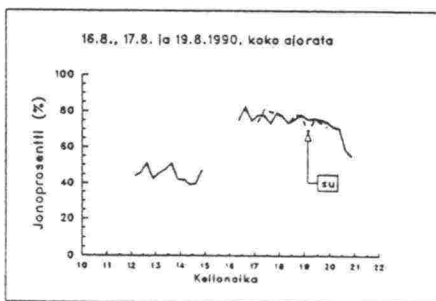
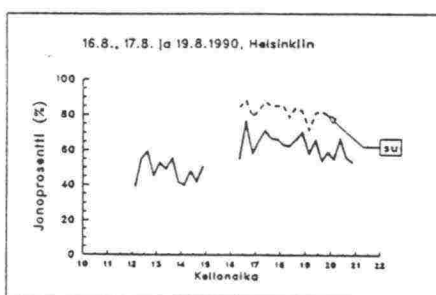
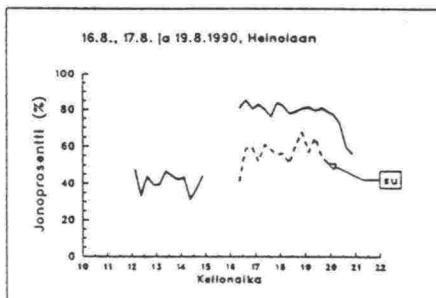
# Vt 4 ORIMATTILA

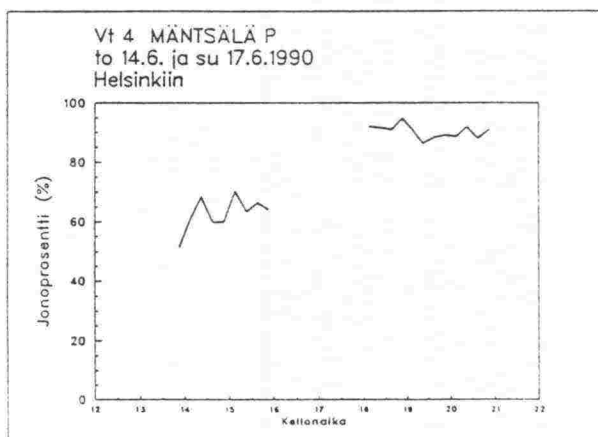
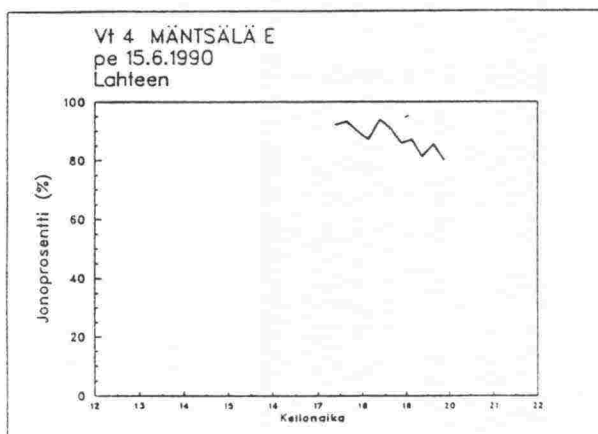
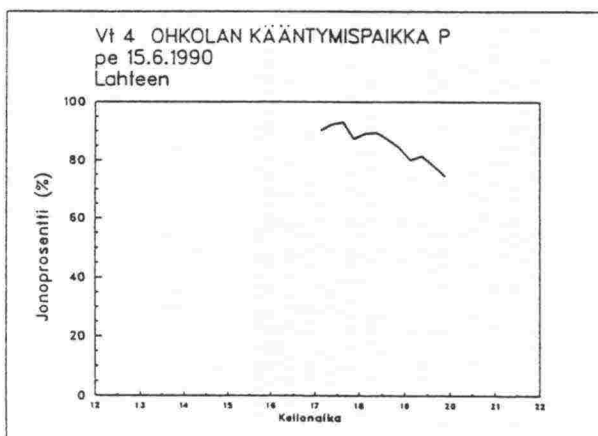
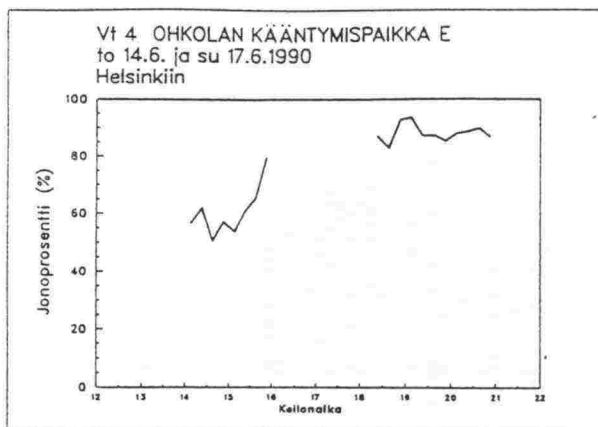


# Vt 4 MÄNTSÄLÄ



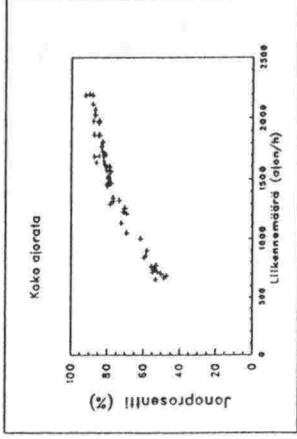
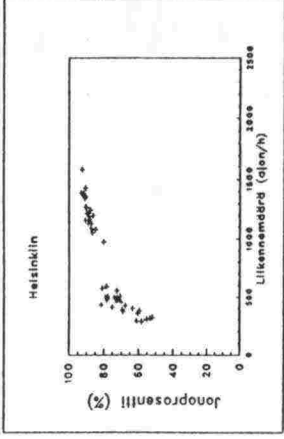
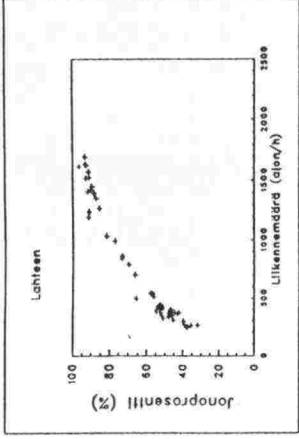
# Vt 5 NASTOLA



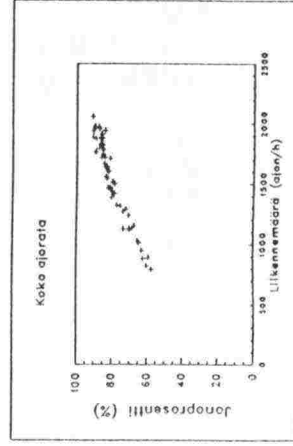
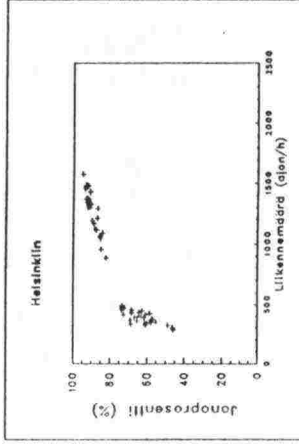
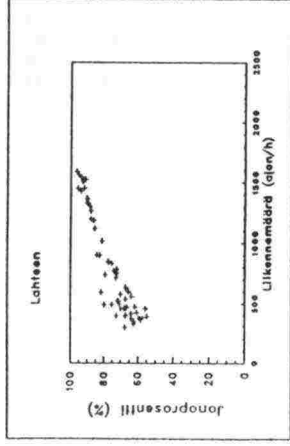




# Vt 4 JÄRVENPÄÄ

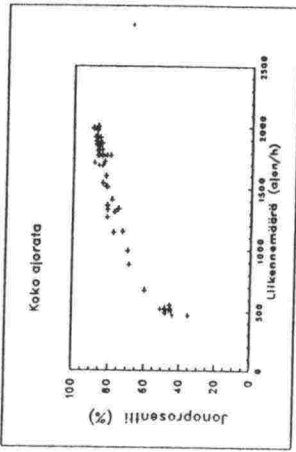
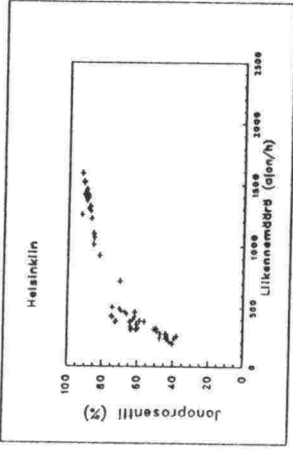
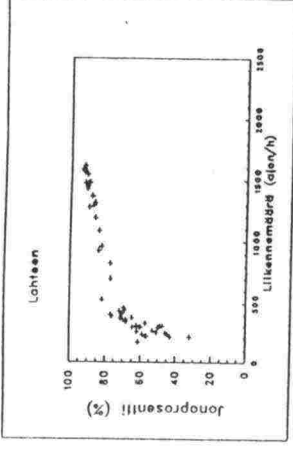


# Vt 4 MÄNTSÄLÄ

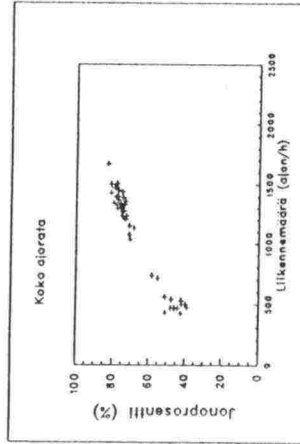
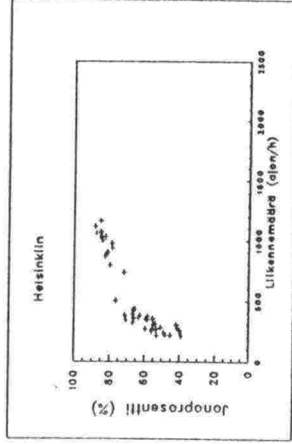
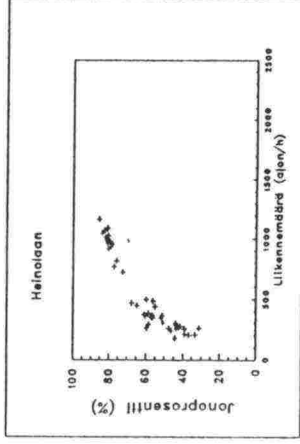


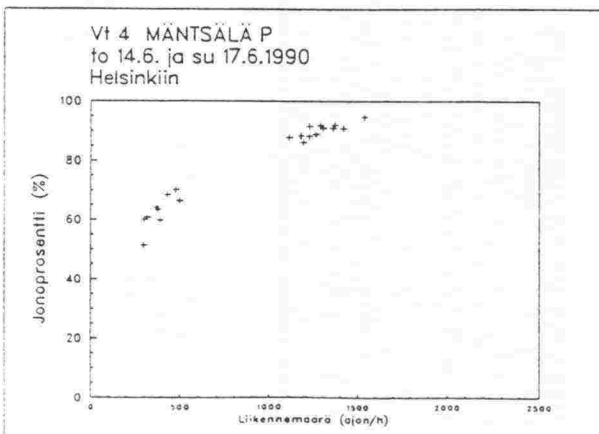
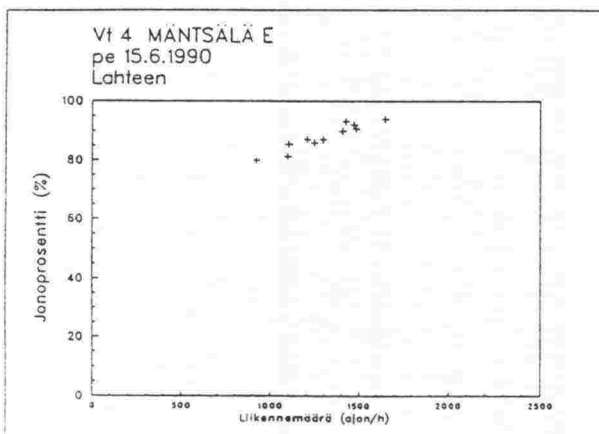
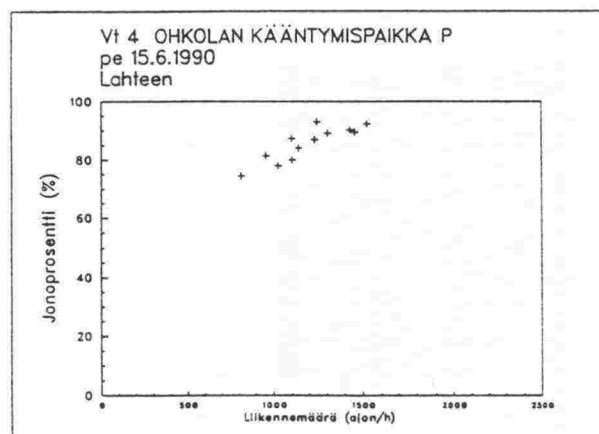
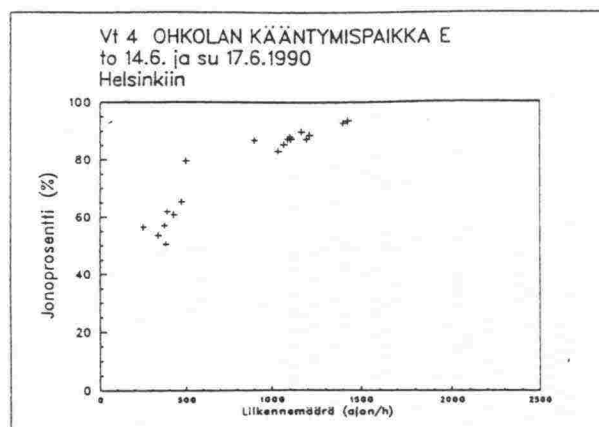
# Liite 28

## Vt 4 ORIMATTILA

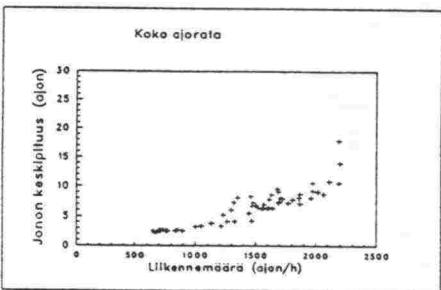
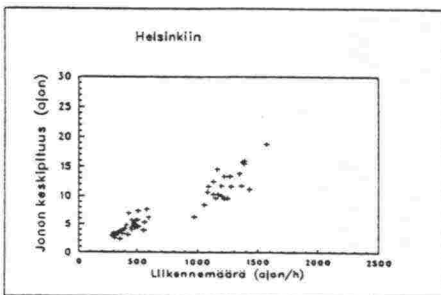
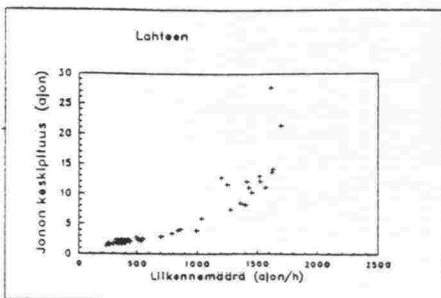


## Vt 5 NASTOLA

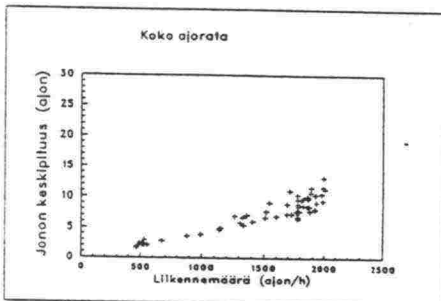
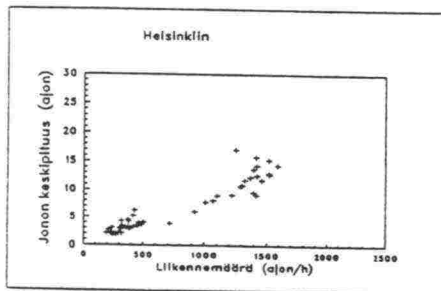
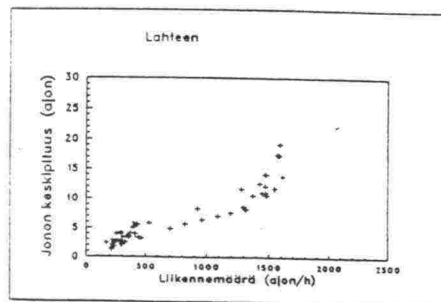




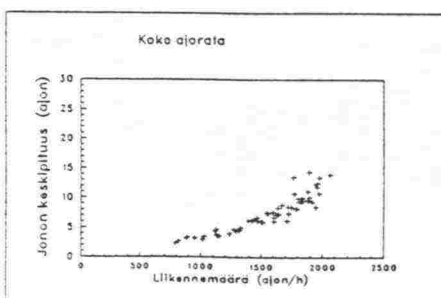
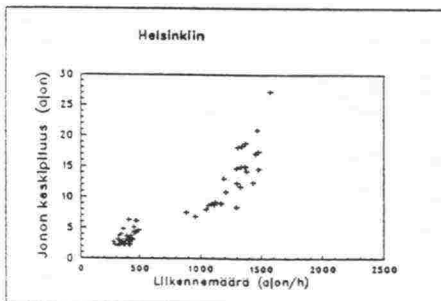
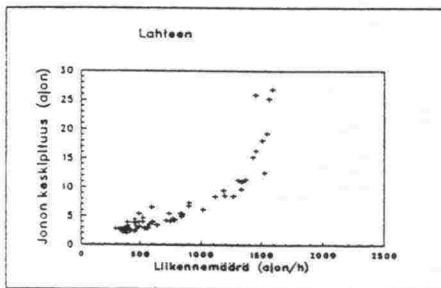
Vt 4 JÄRVENPÄÄ



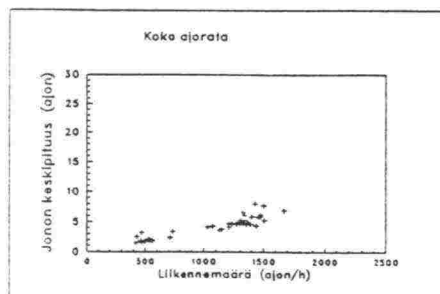
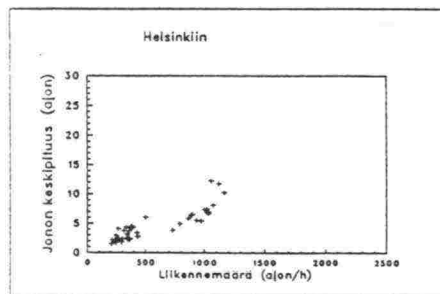
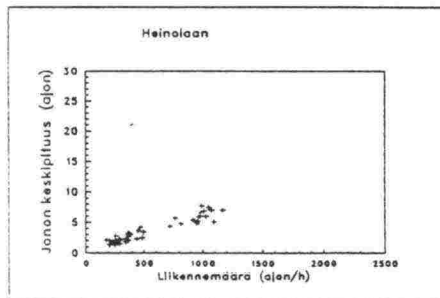
Vt 4 ORIMATTILA



Vt 4 MÄNTSÄLÄ

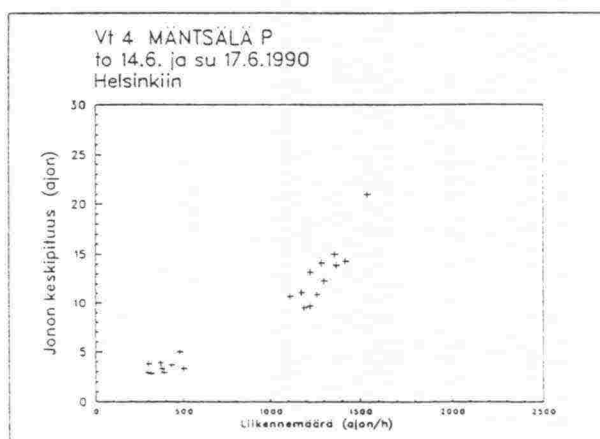
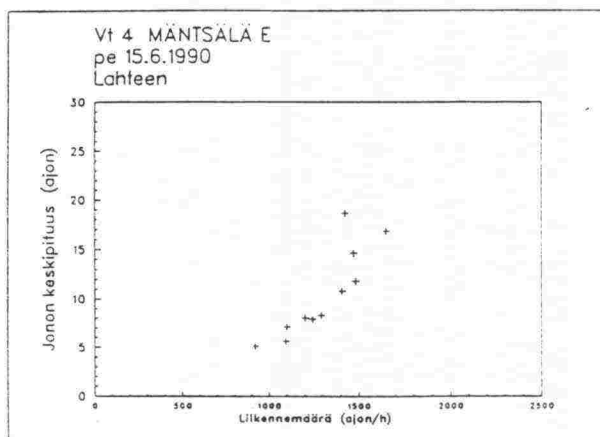
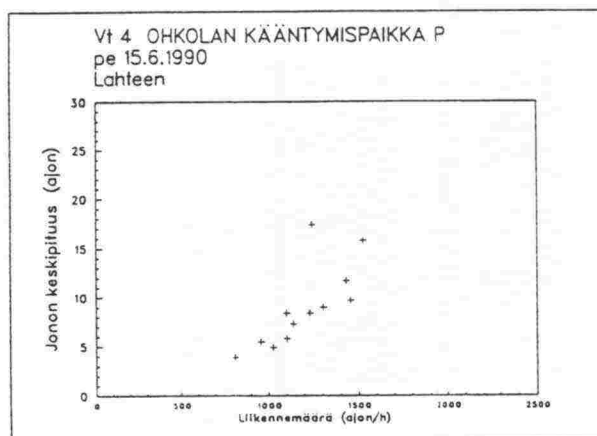
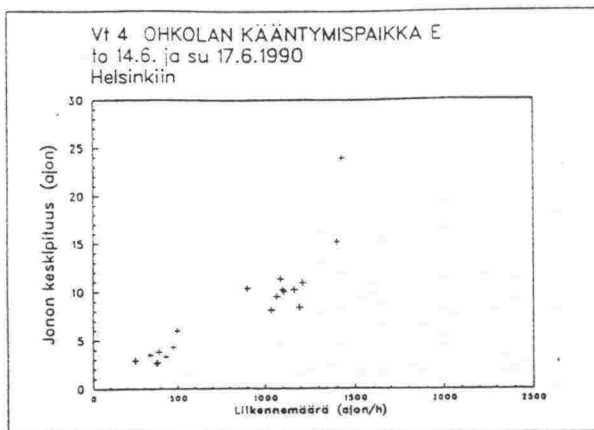


Vt 5 NASTOLA

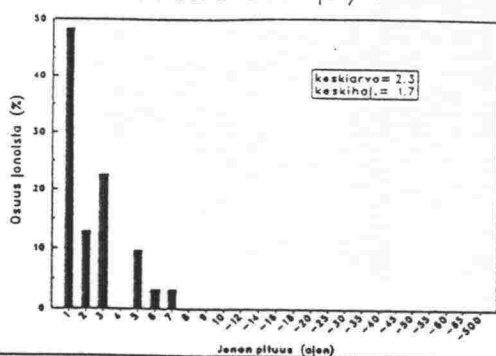




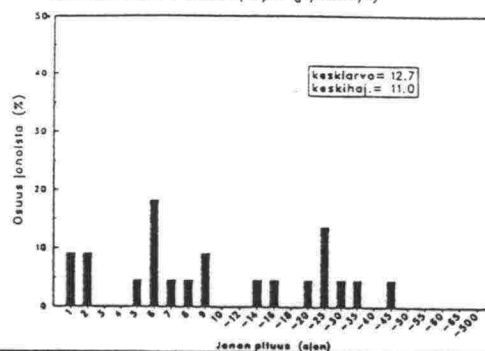
# Liite 31



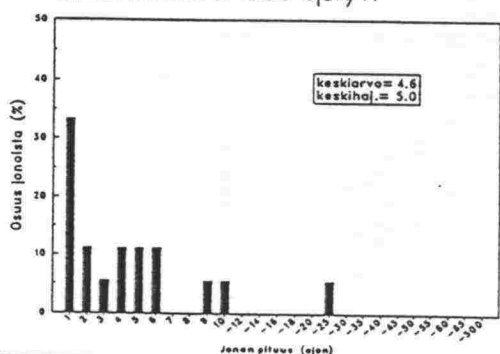
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 500 ajon/h



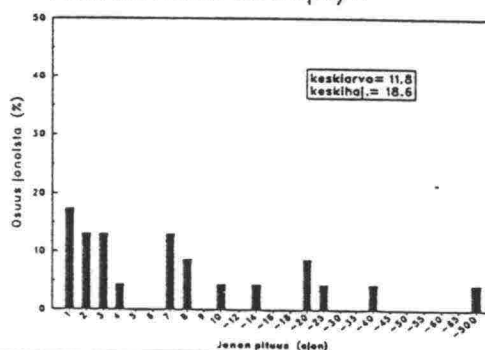
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 1200 ajon/h (pysähdys)



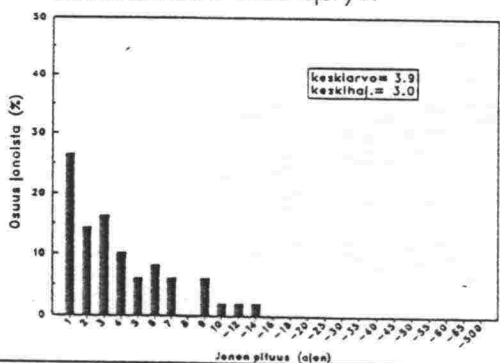
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 500 ajon/h



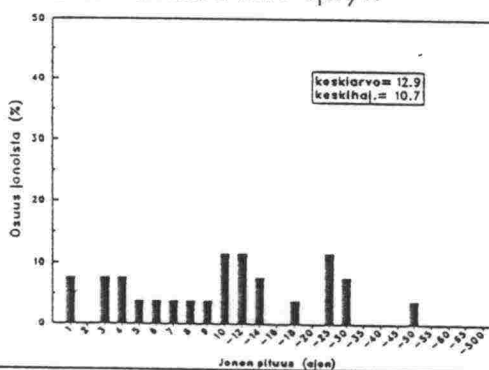
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



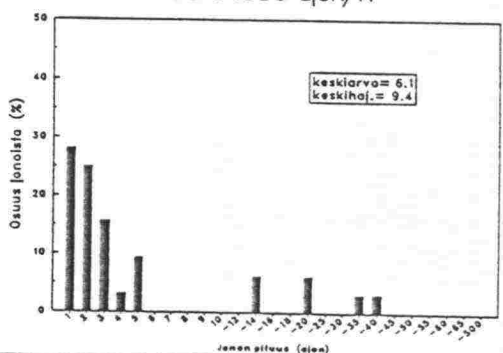
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 1000 ajon/h



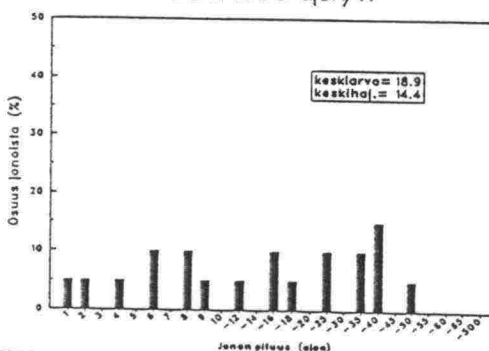
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 1500 ajon/h



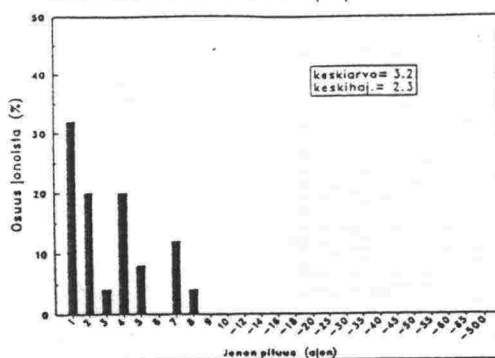
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1000 ajon/h



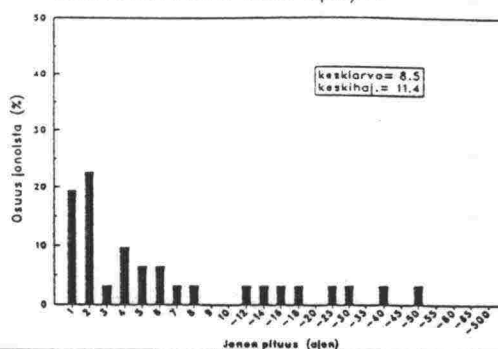
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1500 ajon/h



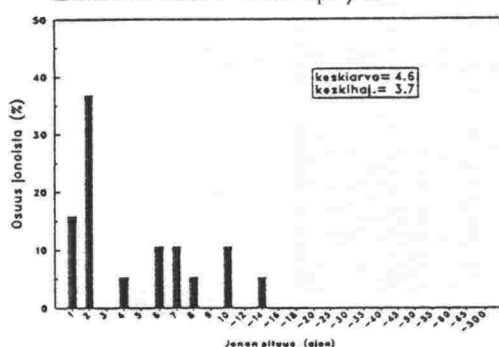
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 500 ajon/h



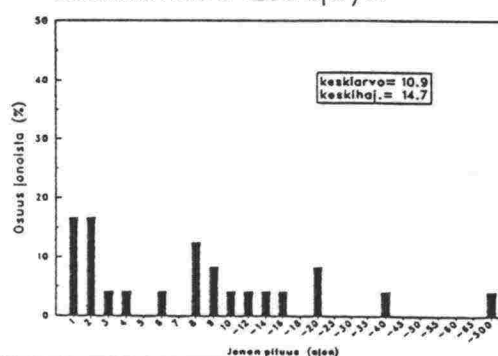
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



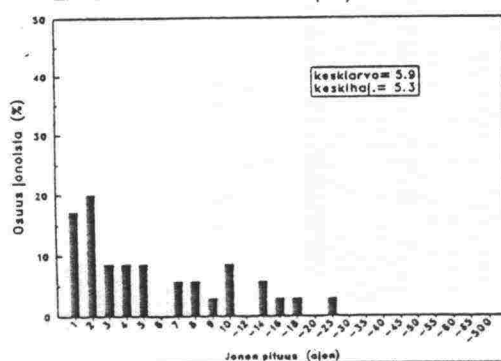
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 500 ajon/h



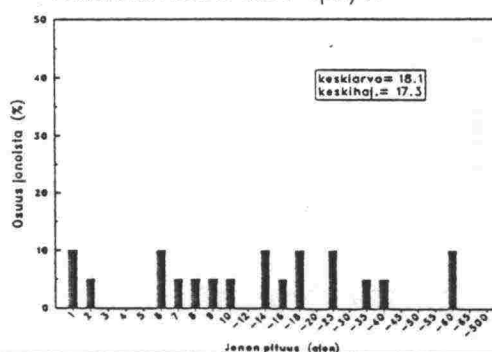
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



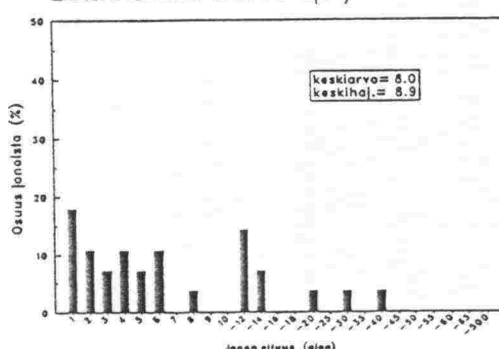
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 1000 ajon/h



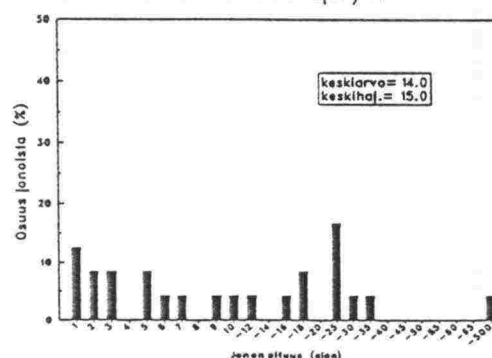
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä 1500 ajon/h



Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1000 ajon/h

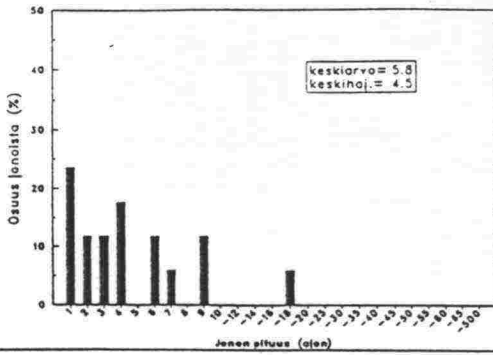


Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1500 ajon/h

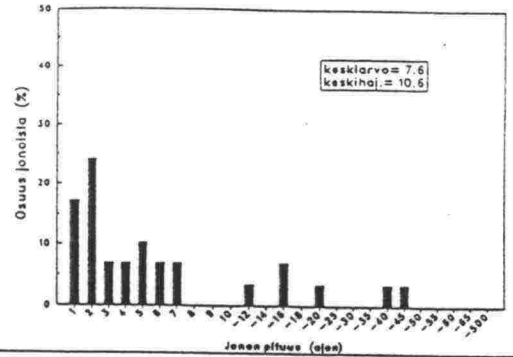




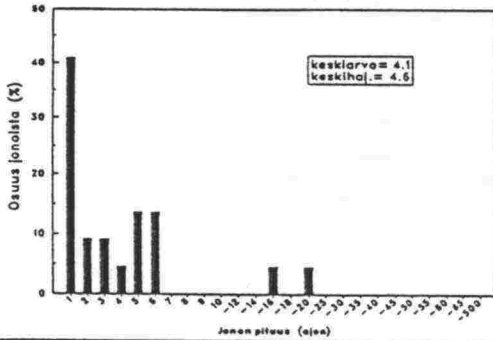
Vt 4 ORIMATTILA, Lahteen  
Liikennemäärä 500 ajon/h



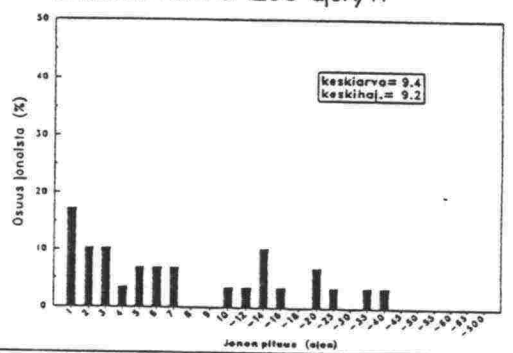
Vt 4 ORIMATTILA, Lahteen  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



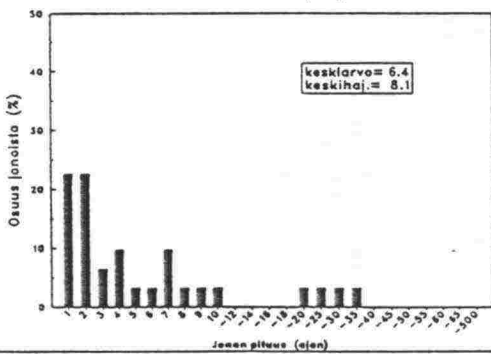
Vt 4 ORIMATTILA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 500 ajon/h



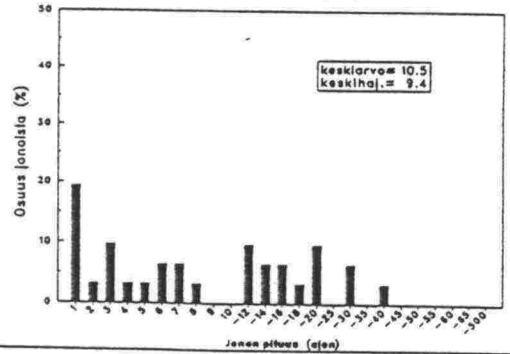
Vt 4 ORIMATTILA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



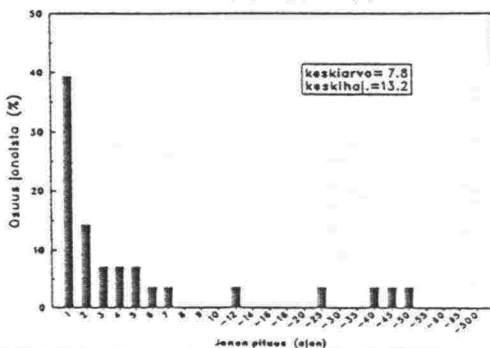
Vt 4 ORIMATTILA, Lahteen  
Liikennemäärä 1000 ajon/h



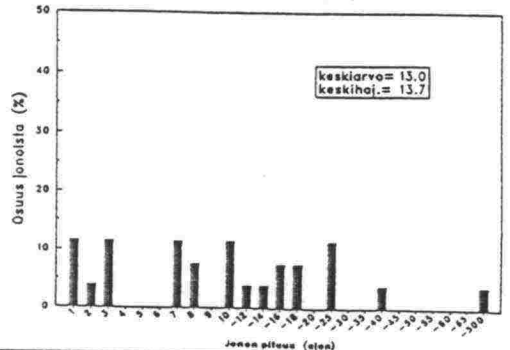
Vt 4 ORIMATTILA, Lahteen  
Liikennemäärä 1500 ajon/h



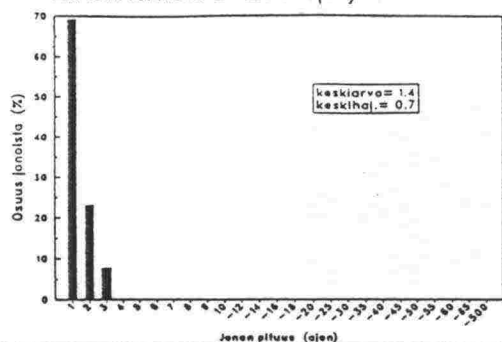
Vt 4 ORIMATTILA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1000 ajon/h (pysähdys)



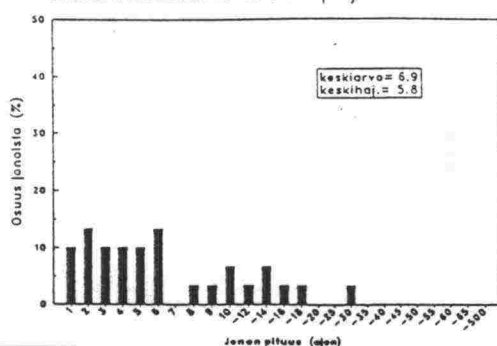
Vt 4 ORIMATTILA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1500 ajon/h



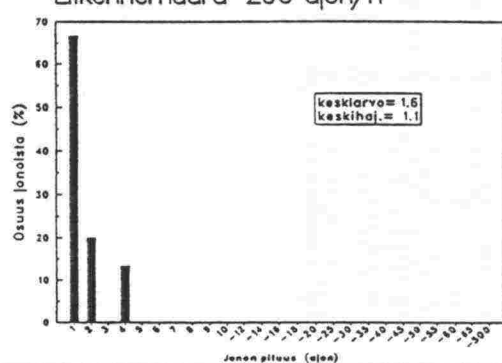
Vt 5 NASTOLA, Heinolaan  
Liikennemäärä 200 ajon/h



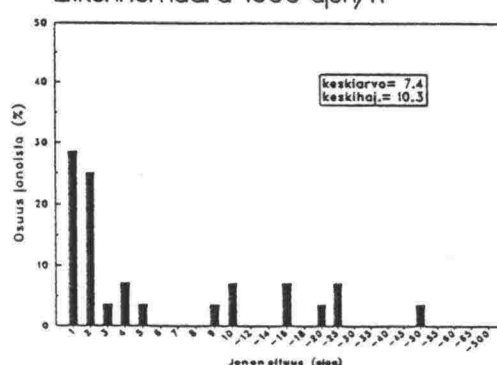
Vt 5 NASTOLA, Heinolaan  
Liikennemäärä 1000 ajon/h



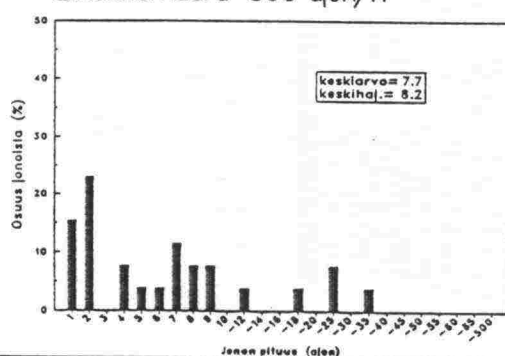
Vt 5 NASTOLA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 200 ajon/h



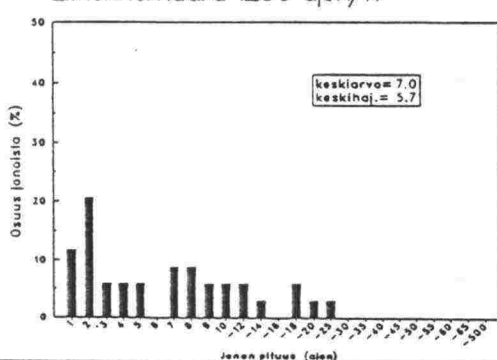
Vt 5 NASTOLA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1000 ajon/h



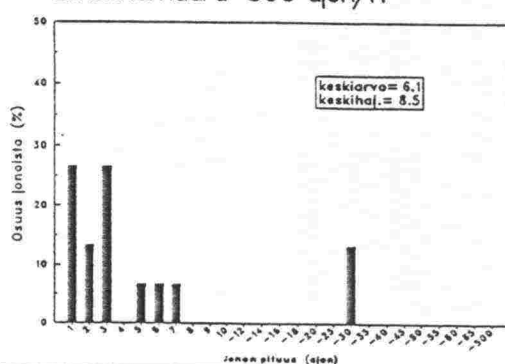
Vt 5 NASTOLA, Heinolaan  
Liikennemäärä 500 ajon/h



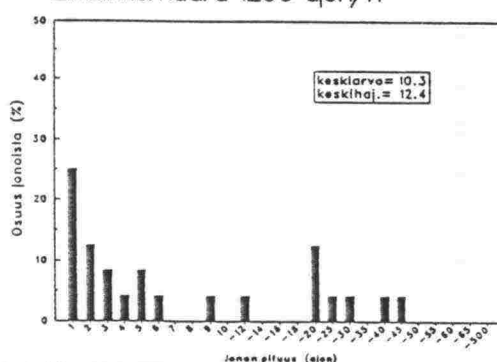
Vt 5 NASTOLA, Heinolaan  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



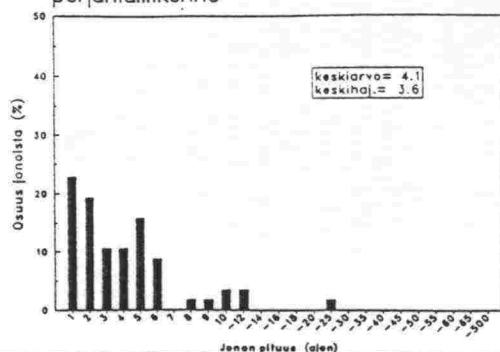
Vt 5 NASTOLA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 500 ajon/h



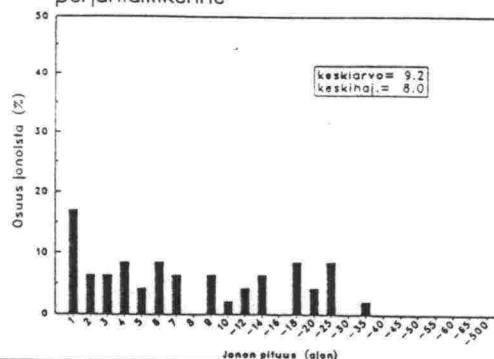
Vt 5 NASTOLA, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



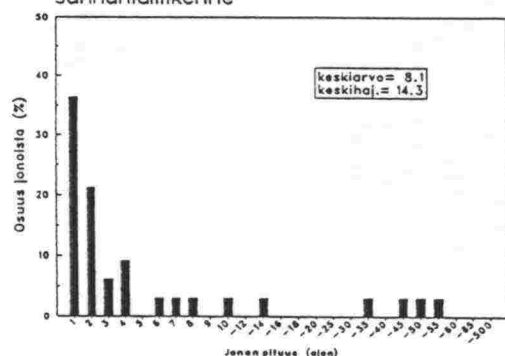
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1300 ajon/h  
perjantai liikenne



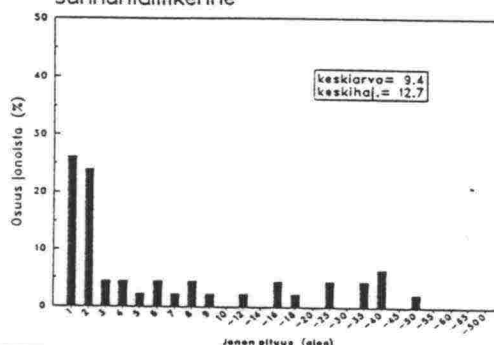
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 2000 ajon/h  
perjantai liikenne



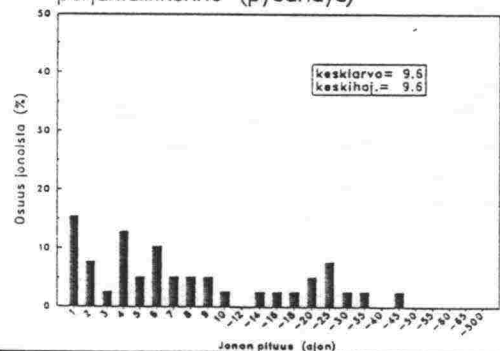
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1300 ajon/h  
sunnuntai liikenne



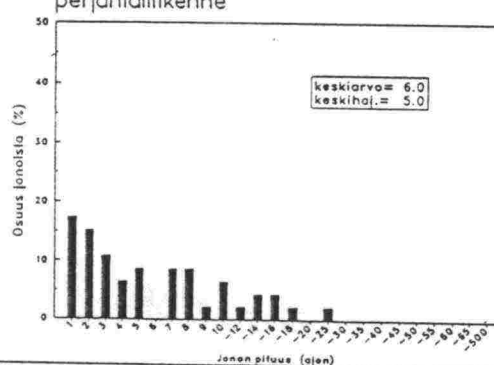
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 2000 ajon/h  
sunnuntai liikenne



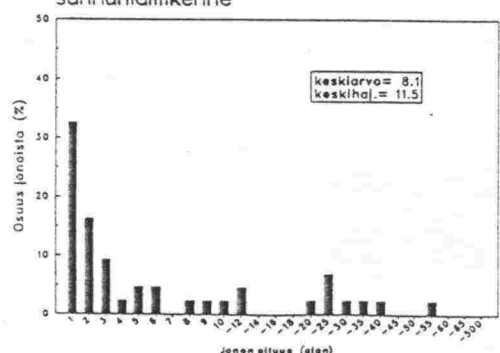
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1700 ajon/h  
perjantai liikenne (pysähdys)



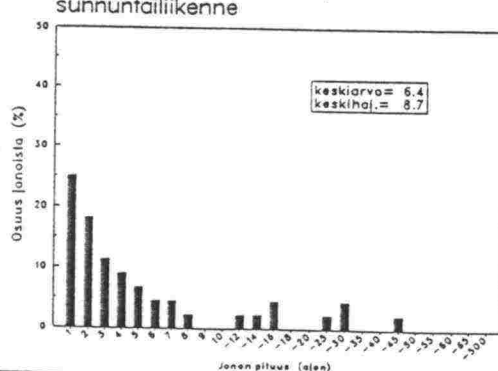
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1400 ajon/h  
perjantai liikenne



Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1700 ajon/h  
sunnuntai liikenne

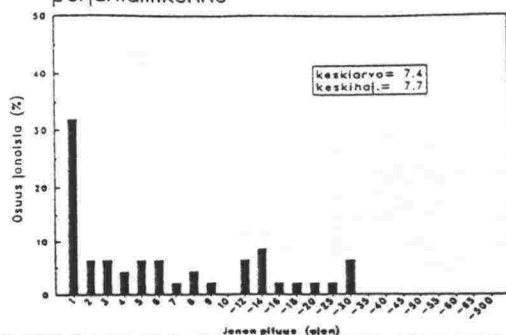


Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1400 ajon/h  
sunnuntai liikenne

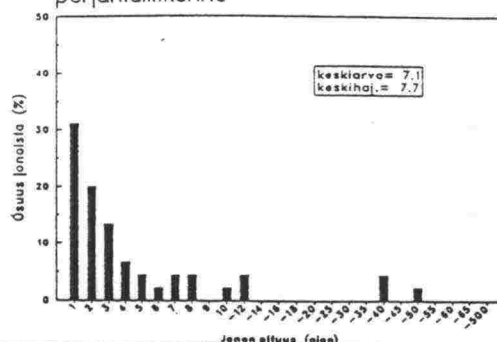




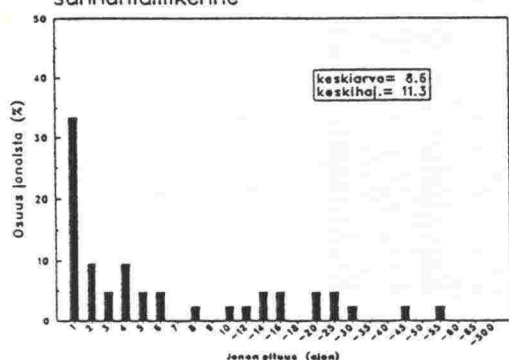
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1700 ajon/h  
perjantai liikenne



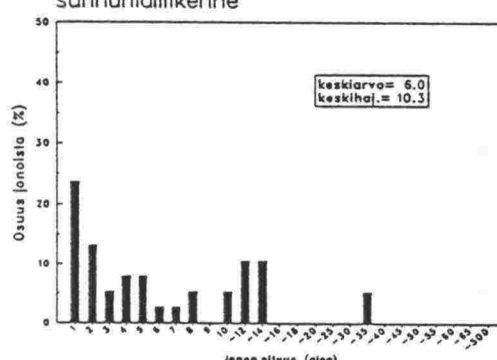
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata  
Liikennemäärä 1400 ajon/h  
perjantai liikenne



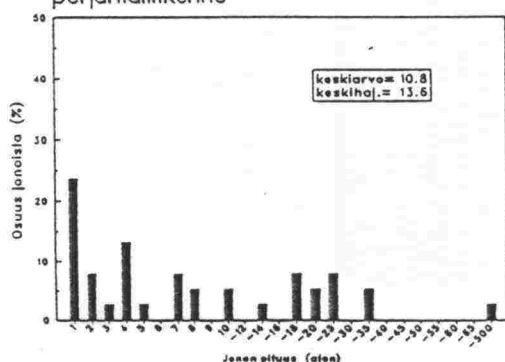
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 1700 ajon/h  
sunnuntai liikenne



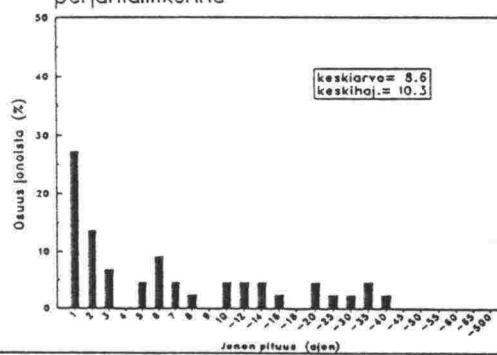
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata  
Liikennemäärä 1400 ajon/h  
sunnuntai liikenne



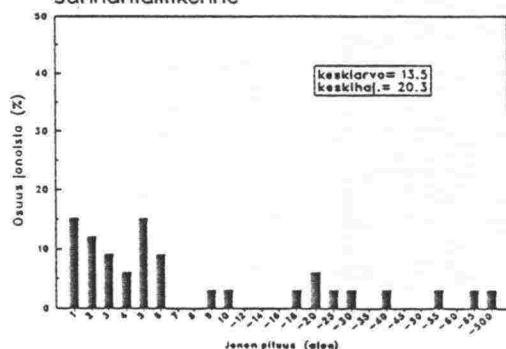
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 2000 ajon/h  
perjantai liikenne



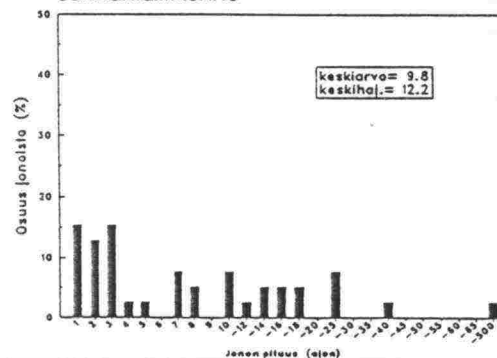
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata  
Liikennemäärä 1800 ajon/h  
perjantai liikenne



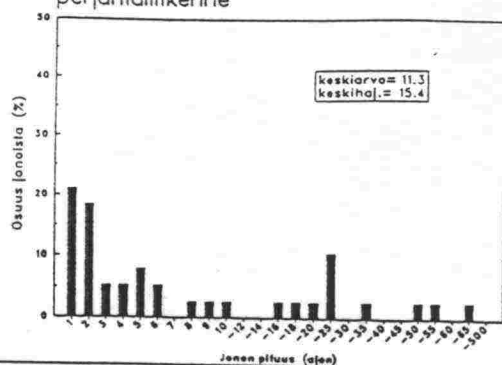
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata  
Liikennemäärä 2000 ajon/h  
sunnuntai liikenne



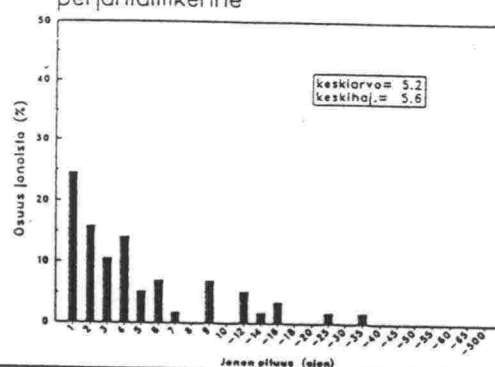
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata  
Liikennemäärä 1800 ajon/h  
sunnuntai liikenne



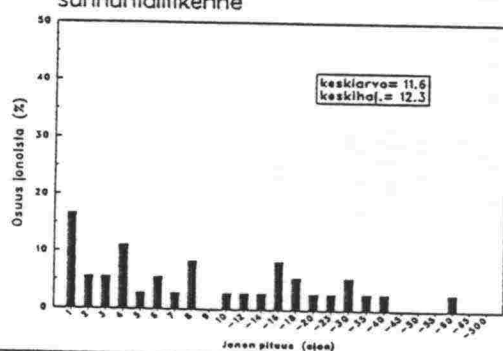
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata  
Liikennemäärä 2000 ajon/h  
perjantai liikenne



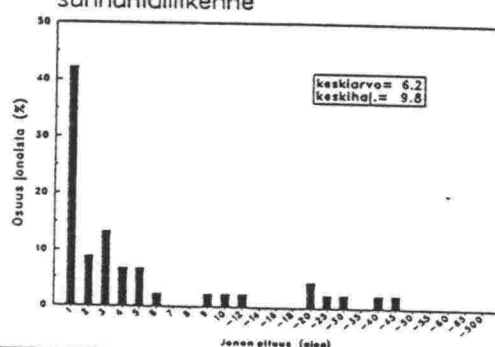
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata  
Liikennemäärä 1500 ajon/h  
perjantai liikenne



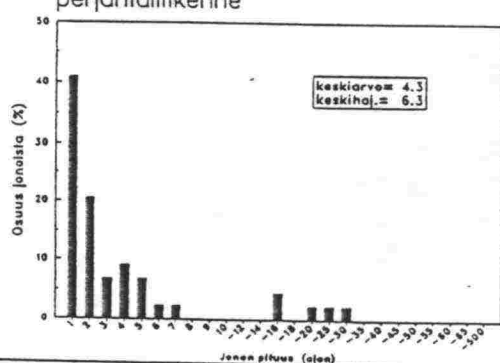
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata  
Liikennemäärä 2000 ajon/h  
sunnuntai liikenne



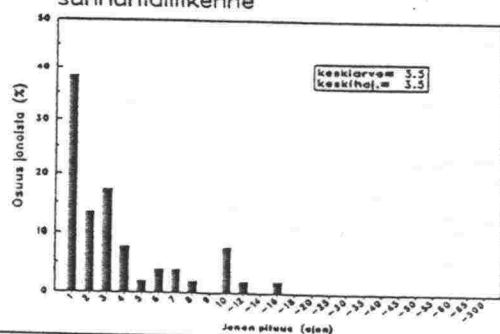
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata  
Liikennemäärä 1500 ajon/h  
sunnuntai liikenne

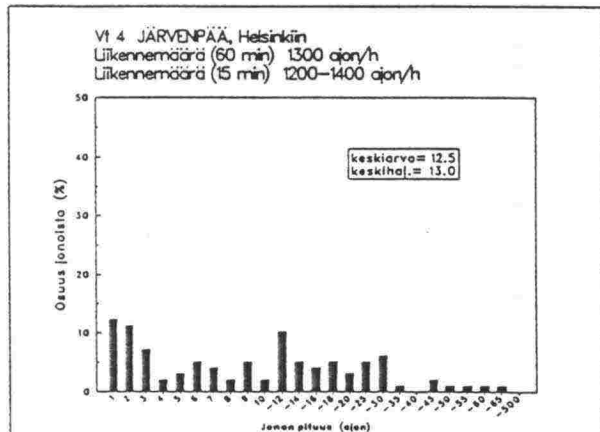
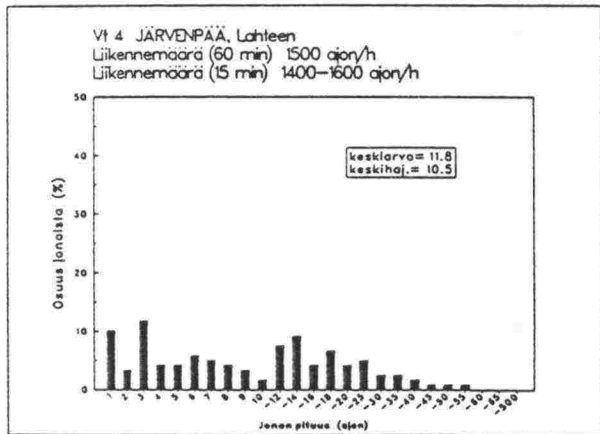
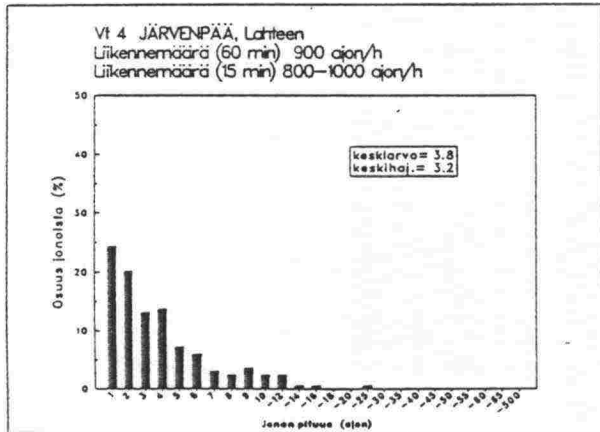
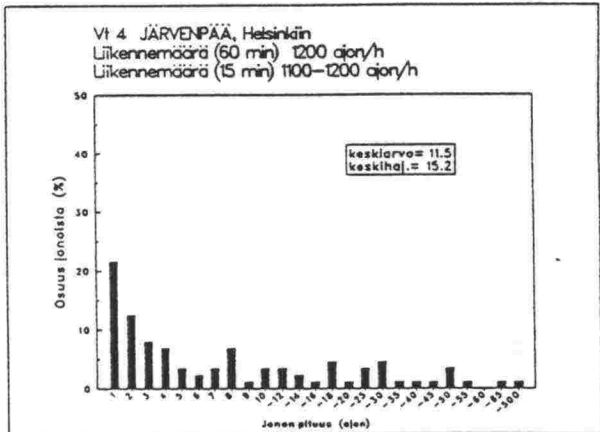
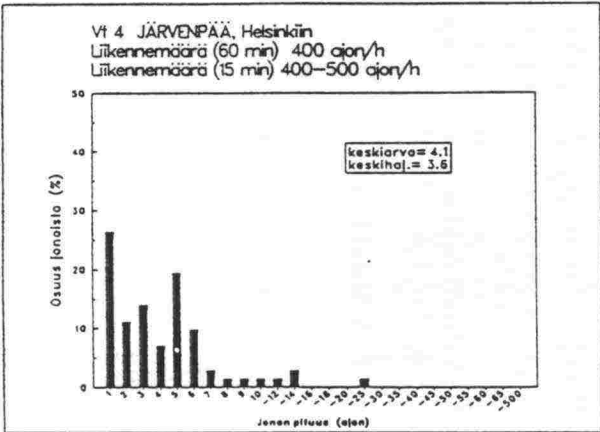
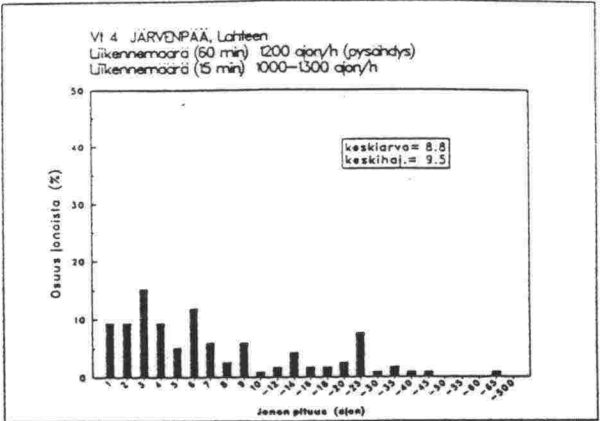
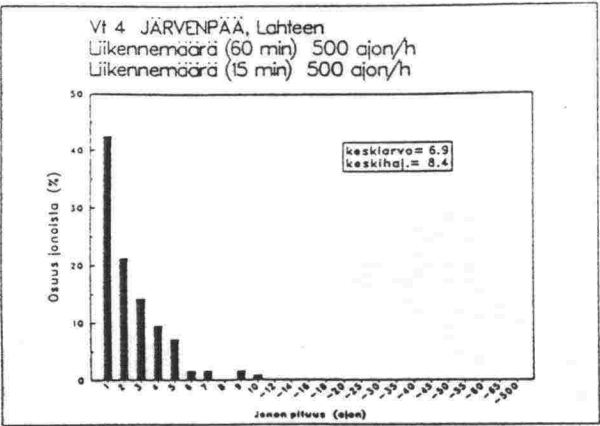


Vt 5 NASTOLA, koko ajorata  
Liikennemäärä 1100 ajon/h  
perjantai liikenne



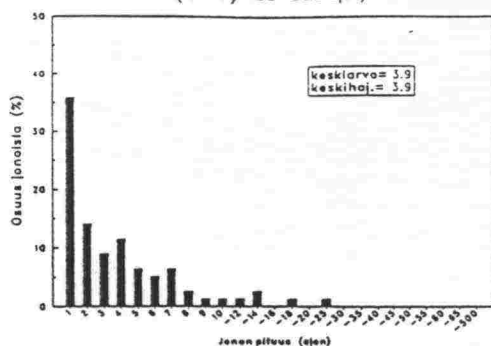
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata  
Liikennemäärä 1100 ajon/h  
sunnuntai liikenne



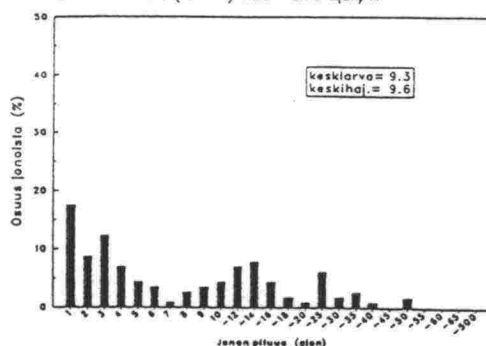




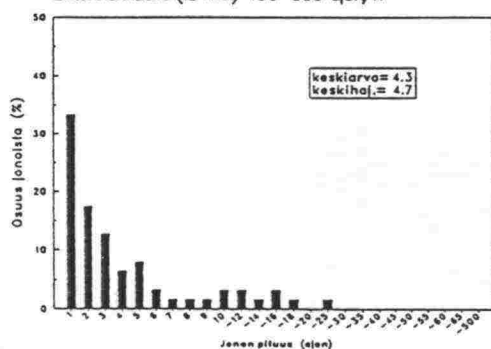
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä (60 min) 500 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 400–500 ajon/h



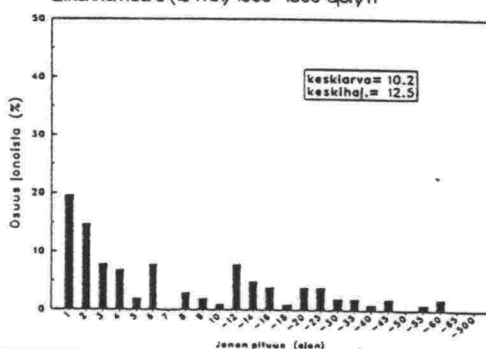
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä (60 min) 1200 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1100–1300 ajon/h



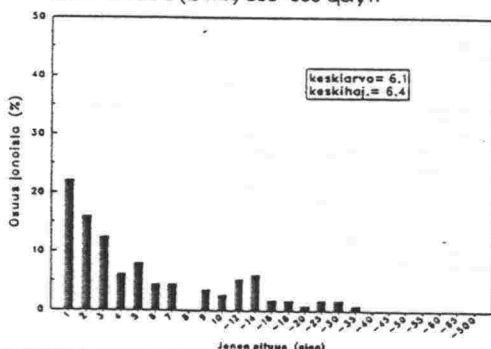
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä (60 min) 400 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 400–500 ajon/h



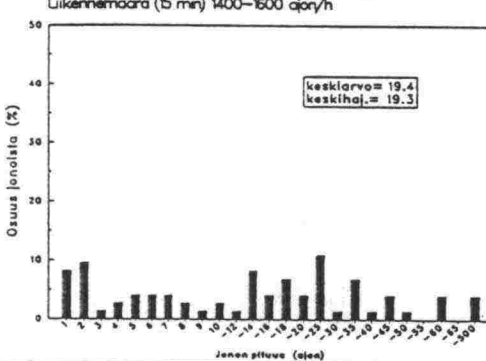
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä (60 min) 1200 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1000–1300 ajon/h



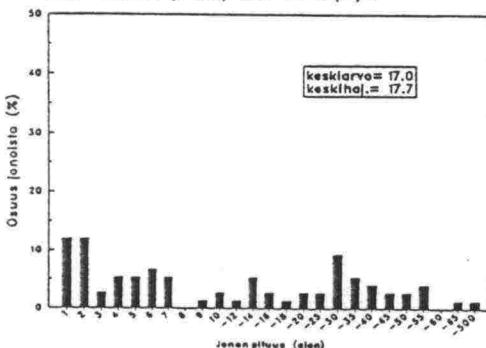
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä (60 min) 900 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 800–900 ajon/h

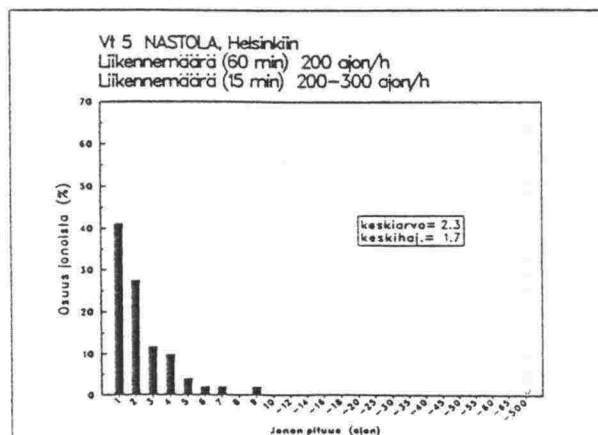
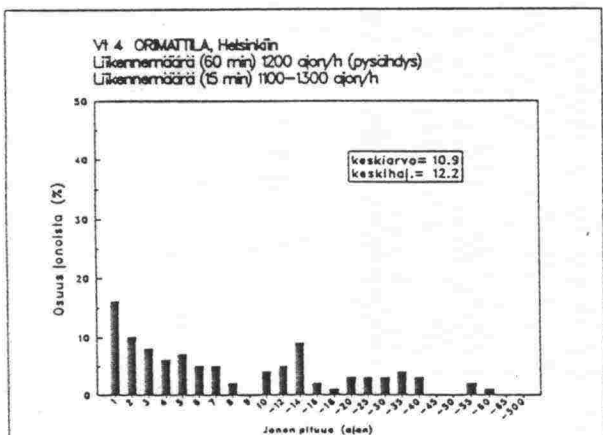
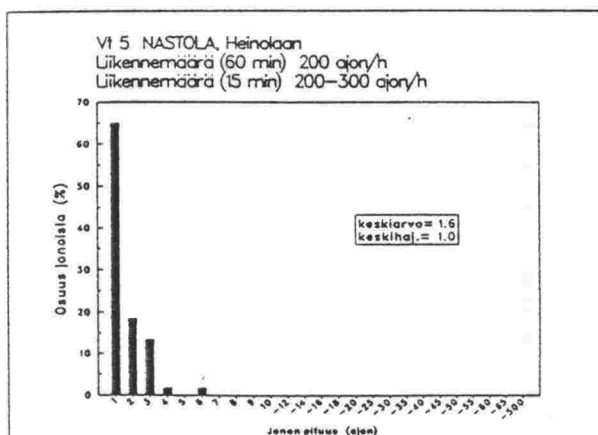
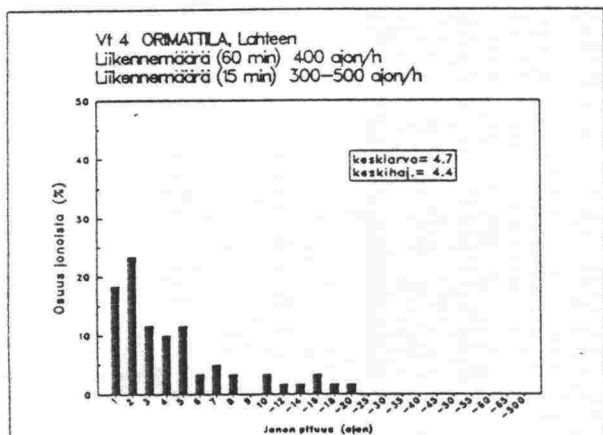
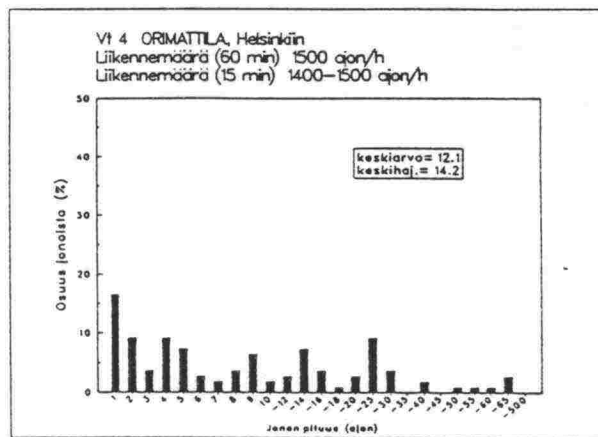
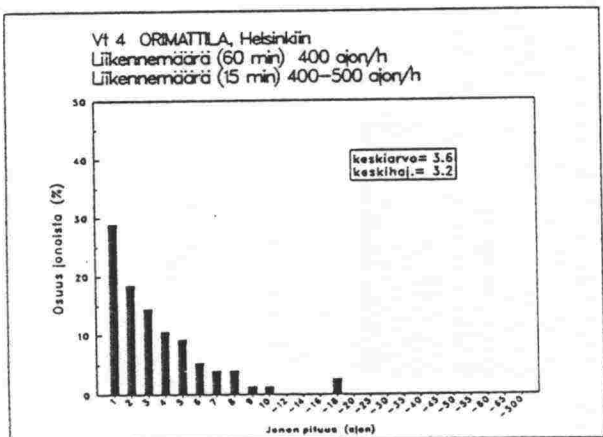
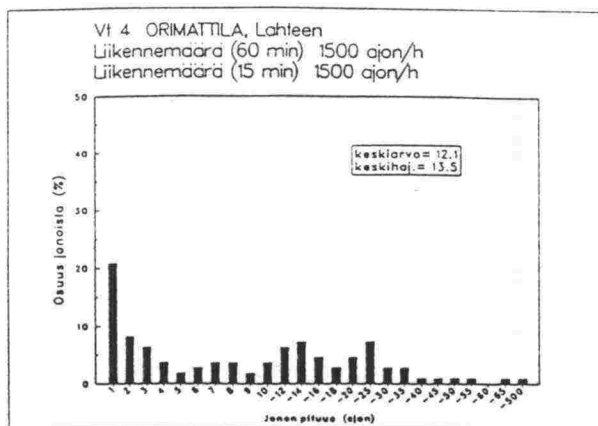
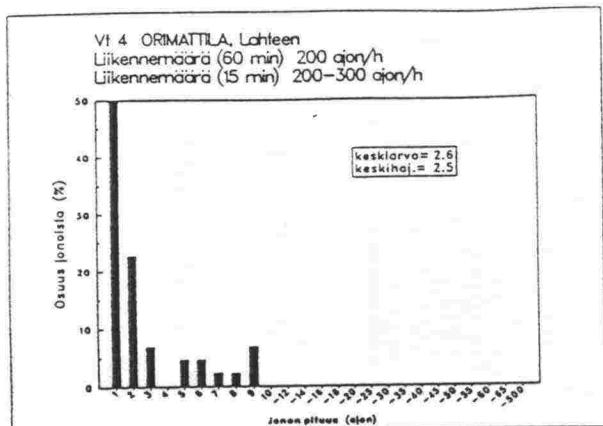


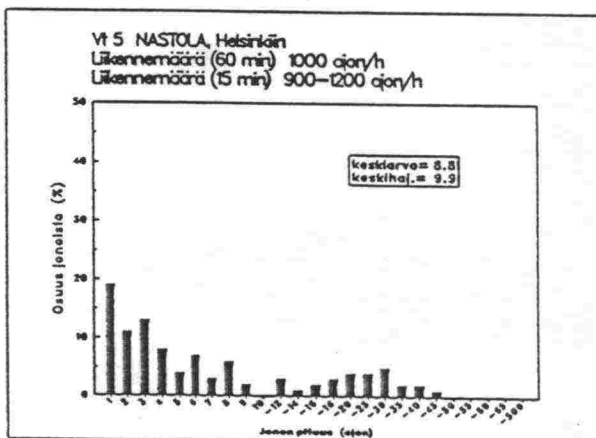
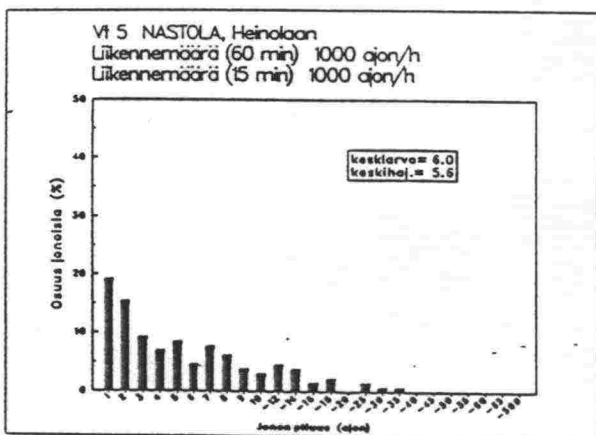
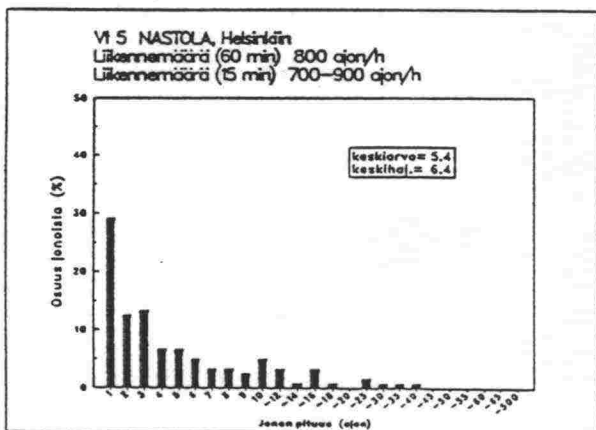
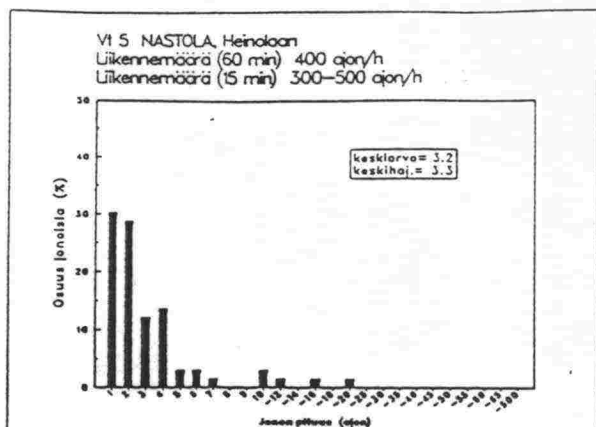
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Lahteen  
Liikennemäärä (60 min) 1500 ajon/h (pysähdys)  
Liikennemäärä (15 min) 1400–1600 ajon/h



Vt 4 MÄNTSÄLÄ, Helsinkiin  
Liikennemäärä (60 min) 1400 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1300–1500 ajon/h

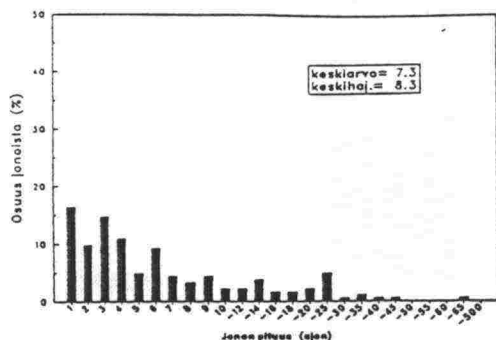




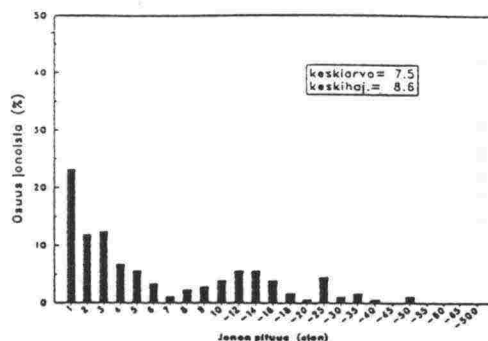




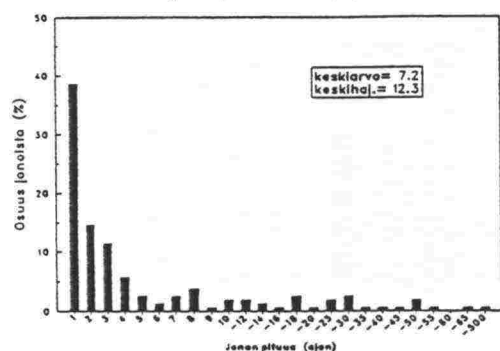
VI 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1600 ajory/h (pysähdys)  
Liikennemäärä (15 min) 1400-1700 ajory/h



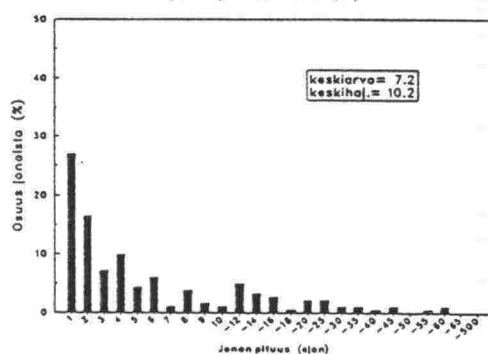
VI 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1600 ajory/h  
Liikennemäärä (15 min) 1500-1800 ajory/h



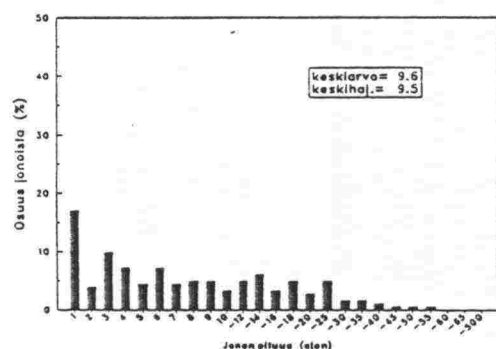
VI 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1500 ajory/h  
Liikennemäärä (15 min) 1300-1600 ajory/h



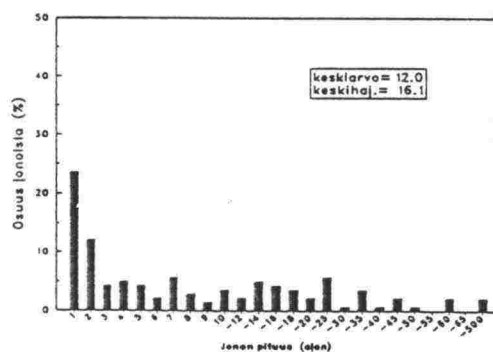
VI 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1600 ajory/h  
Liikennemäärä (15 min) 1500-1800 ajory/h



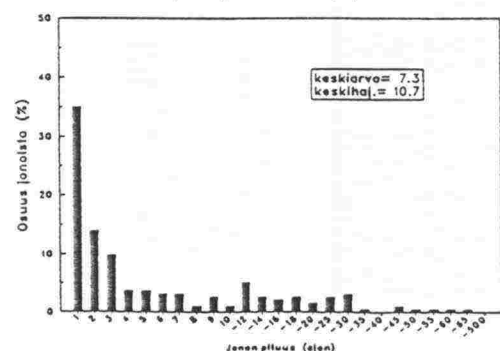
VI 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 2000 ajory/h  
Liikennemäärä (15 min) 1900-2200 ajory/h



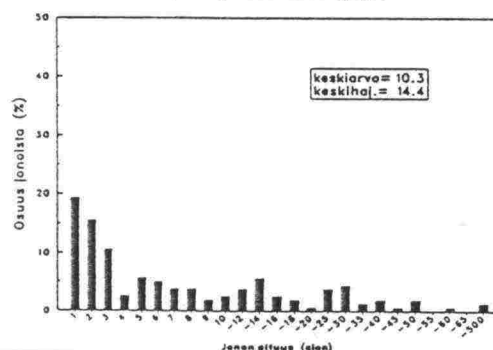
VI 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1900 ajory/h (pysähdys)  
Liikennemäärä (15 min) 1900-2000 ajory/h



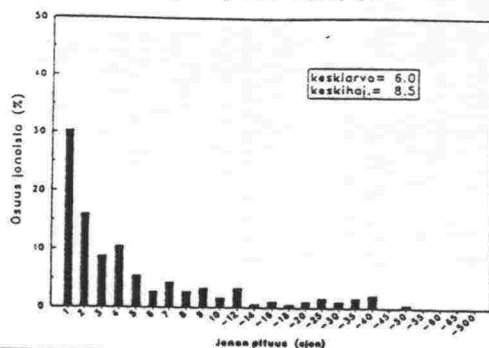
VI 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1700 ajory/h  
Liikennemäärä (15 min) 1600-1800 ajory/h



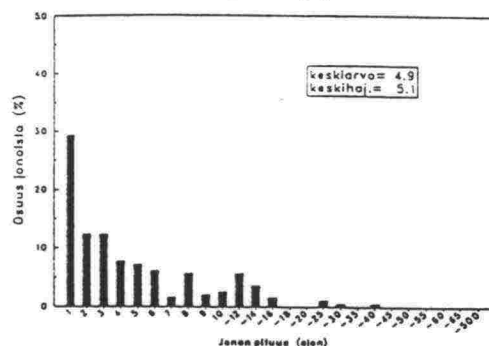
VI 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1900 ajory/h  
Liikennemäärä (15 min) 1800-2000 ajory/h



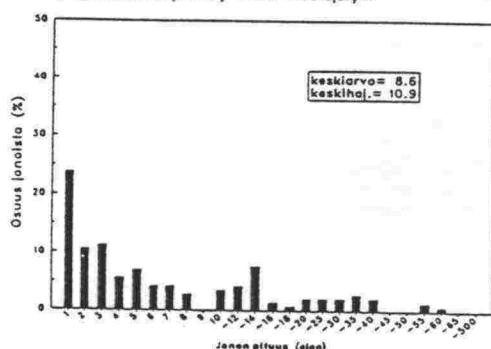
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1400 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1300-1600 ajon/h



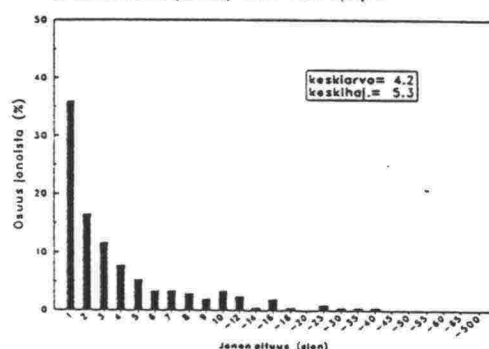
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1300 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1300 ajon/h



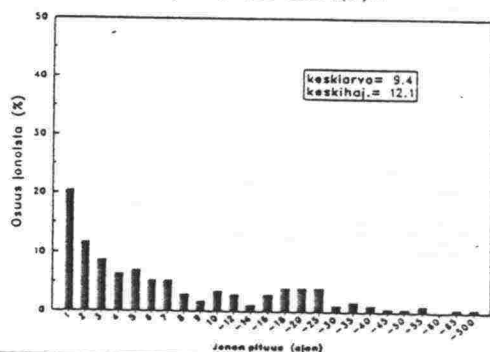
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1500 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1400-1700 ajon/h



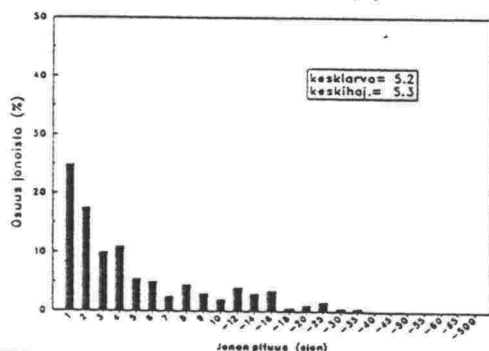
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1200 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1100-1400 ajon/h



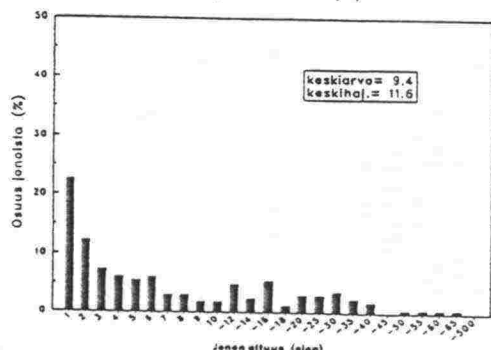
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1900 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1800-2000 ajon/h



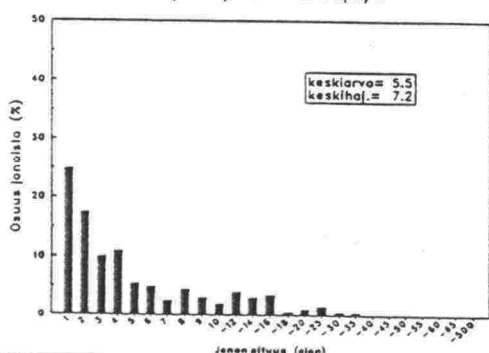
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata, perjantai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1400 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1300-1500 ajon/h



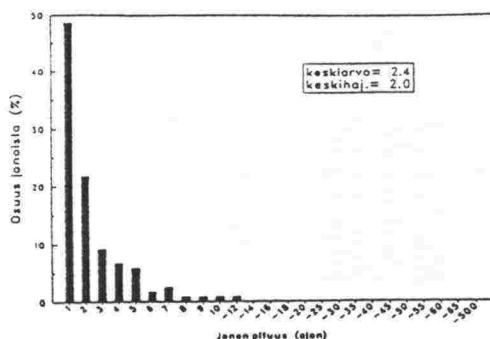
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1800 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1800-2000 ajon/h



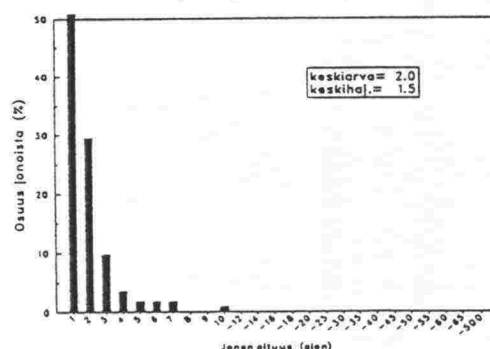
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata, sunnuntai liikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1400 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1200-1500 ajon/h



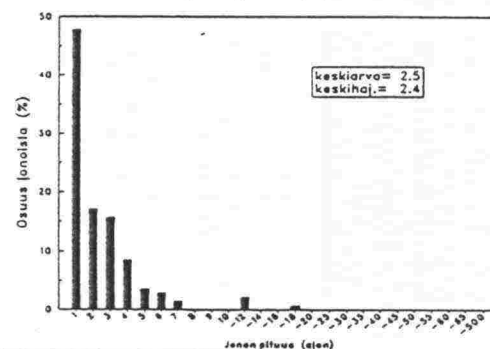
Vt 4 ORIMATTILA, koko ajorata, päiviliikenne  
Liikennemäärä (60 min) 600 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 500–700 ajon/h



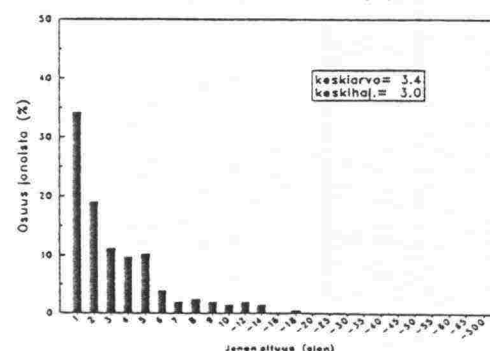
Vt 5 NASTOLA, koko ajorata, päiviliikenne  
Liikennemäärä (60 min) 500 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 400–600 ajon/h



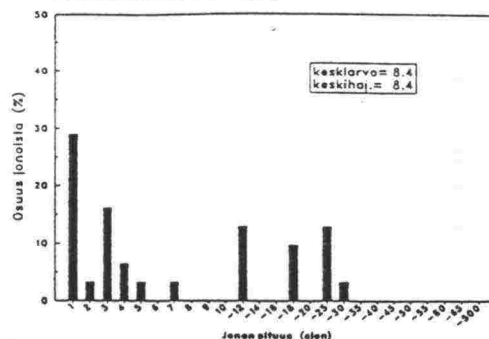
Vt 4 JÄRVENPÄÄ, koko ajorata, päiviliikenne  
Liikennemäärä (60 min) 700 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 700 ajon/h



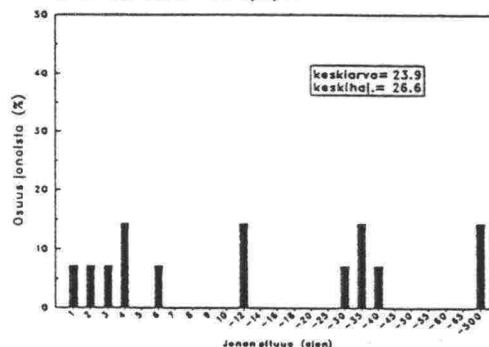
Vt 4 MÄNTSÄLÄ, koko ajorata, päiviliikenne  
Liikennemäärä (60 min) 1100 ajon/h  
Liikennemäärä (15 min) 1000–1200 ajon/h



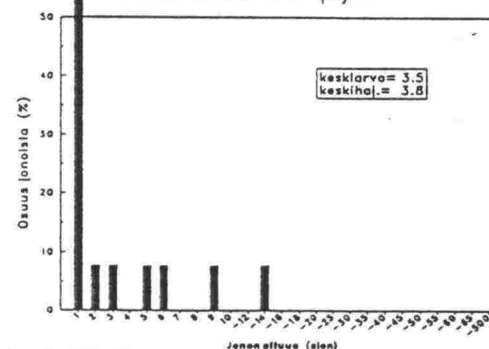
Vt 4 OHKOLAN KÄÄNTYMISPAIKKA E, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



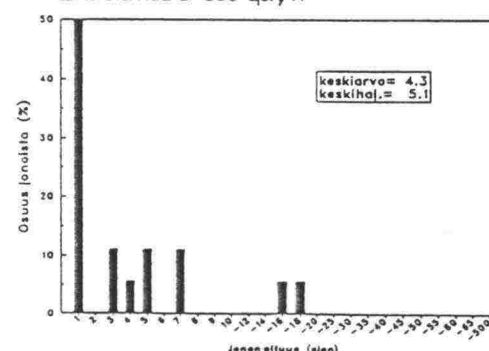
Vt 4 OHKOLAN KÄÄNTYMISPAIKKA E, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1400 ajon/h



Vt 4 OHKOLAN KÄÄNTYMISPAIKKA E, Helsinkiin  
Liikennemäärä 300 ajon/h

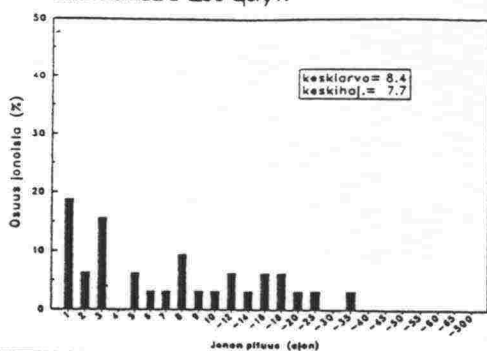


Vt 4 OHKOLAN KÄÄNTYMISPAIKKA E, Helsinkiin  
Liikennemäärä 500 ajon/h

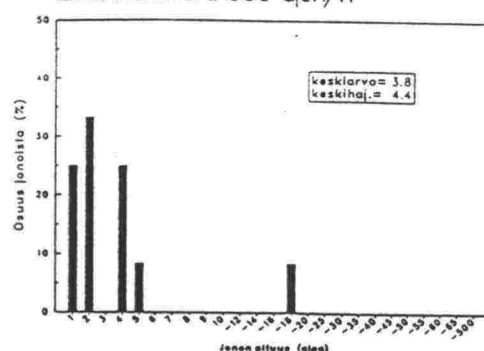




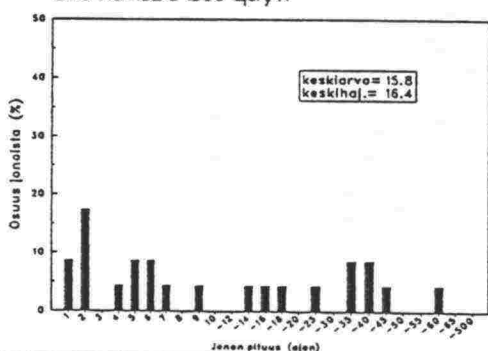
Vt 4 OHKOLAN KÄÄNTYMSPAIKKA P, Lahteen  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



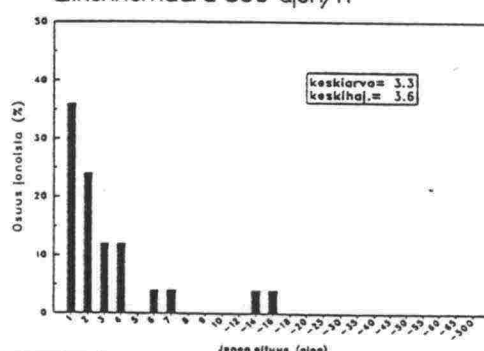
Vt 4 MÄNTSÄLÄ P, Helsinkiin  
Liikennemäärä 300 ajon/h



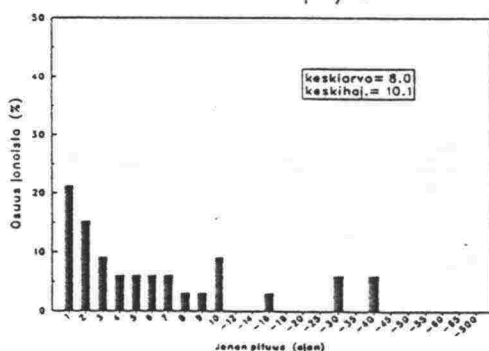
Vt 4 OHKOLAN KÄÄNTYMSPAIKKA P, Lahteen  
Liikennemäärä 1500 ajon/h



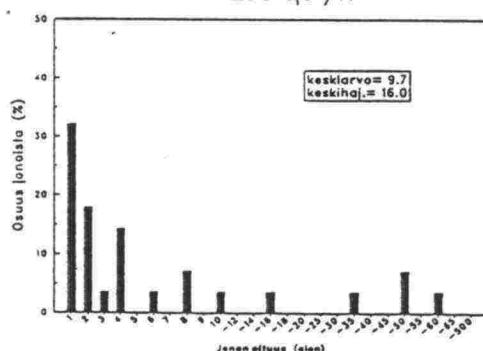
Vt 4 MÄNTSÄLÄ P, Helsinkiin  
Liikennemäärä 500 ajon/h



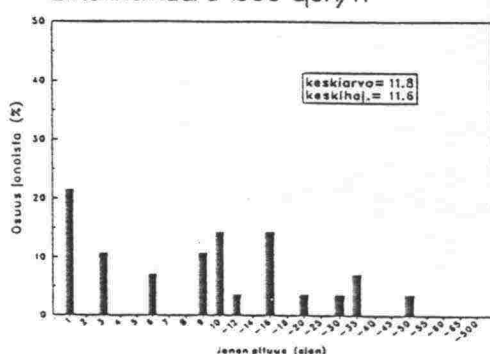
Vt 4 MÄNTSÄLÄ E, Lahteen  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



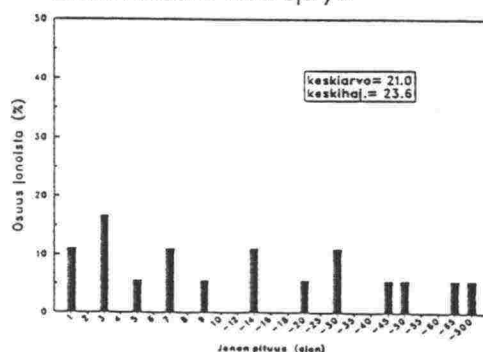
Vt 4 MÄNTSÄLÄ P, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1200 ajon/h



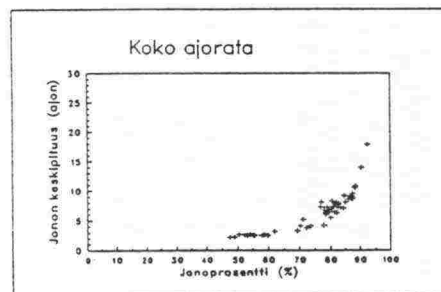
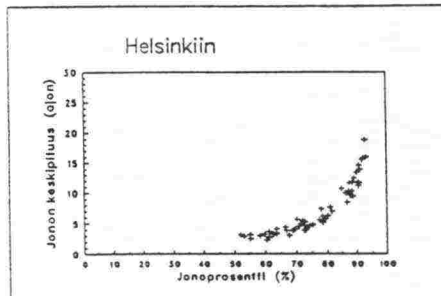
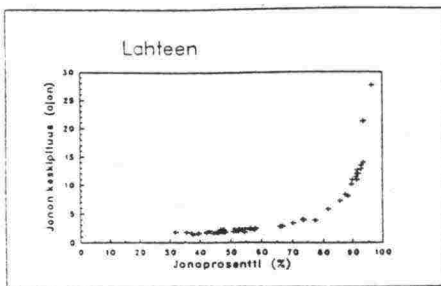
Vt 4 MÄNTSÄLÄ E, Lahteen  
Liikennemäärä 1500 ajon/h



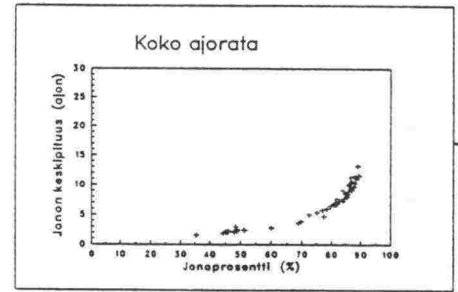
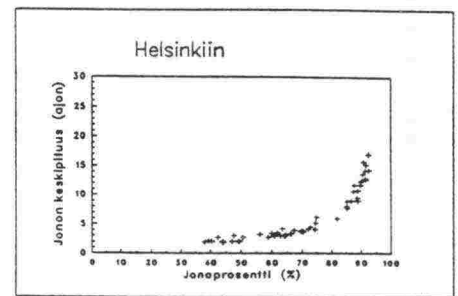
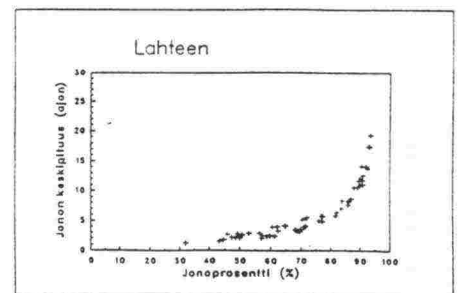
Vt 4 MÄNTSÄLÄ P, Helsinkiin  
Liikennemäärä 1500 ajon/h



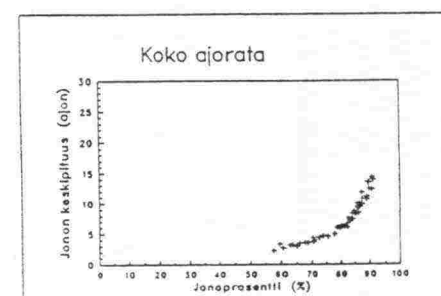
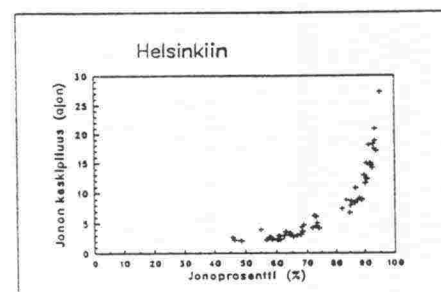
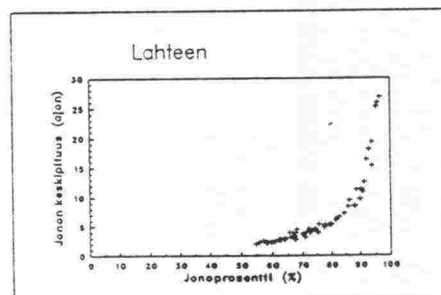
#### Vt 4 JÄRVENPÄÄ



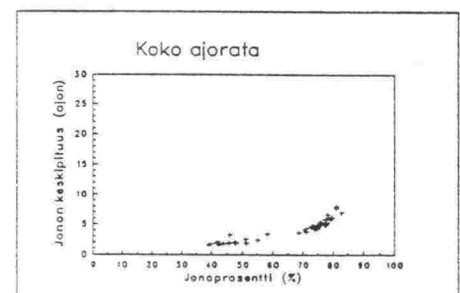
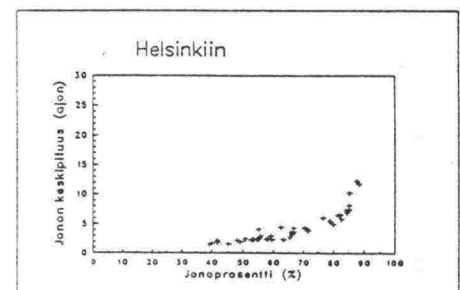
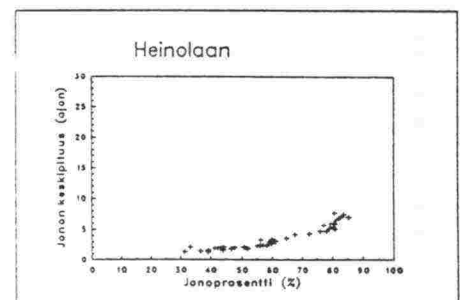
#### Vt 4 ORIMATTILA

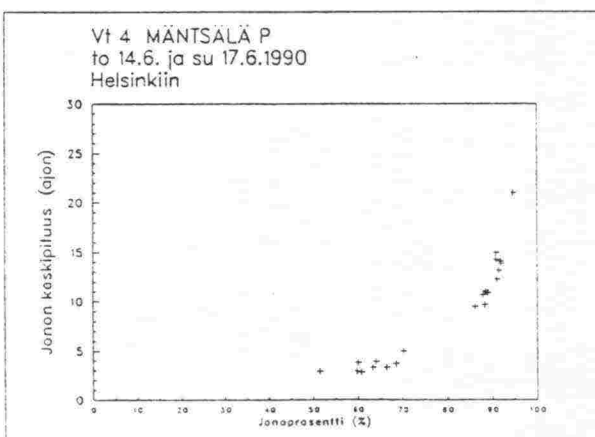
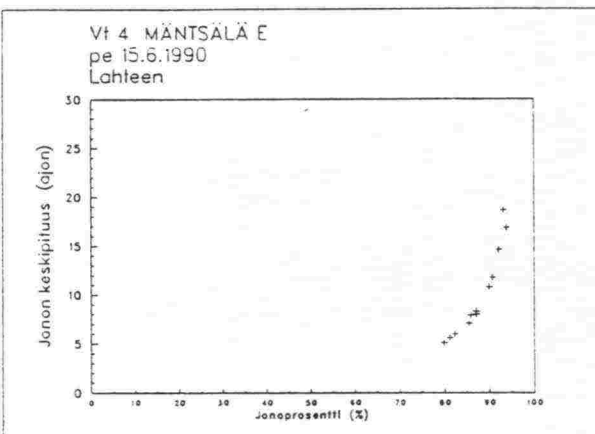
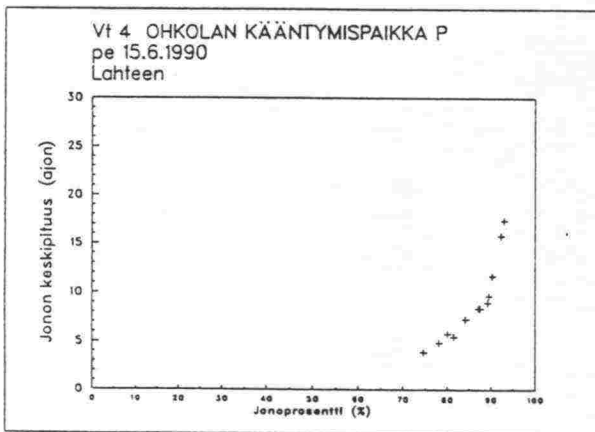
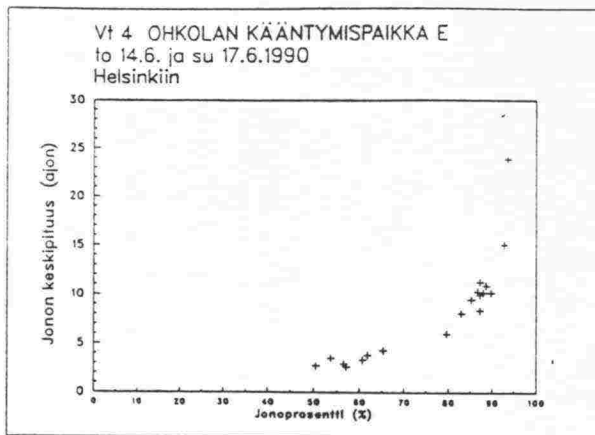


#### Vt 4 MÄNTSÄLÄ



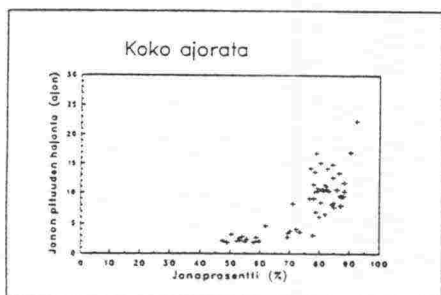
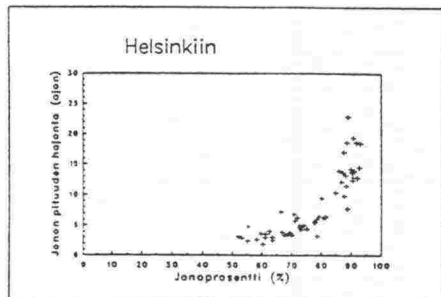
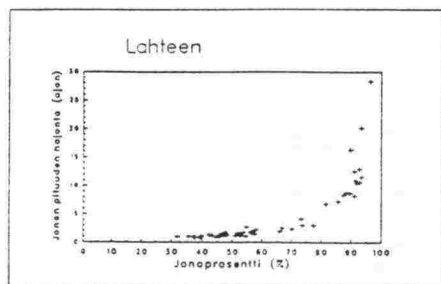
#### Vt 5 NASTOLA



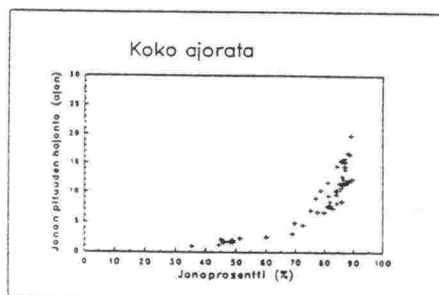
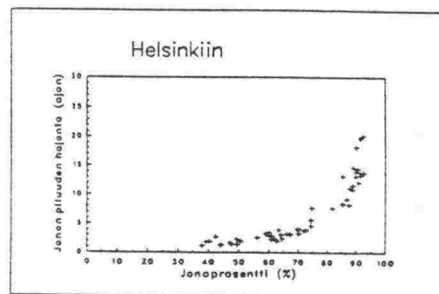
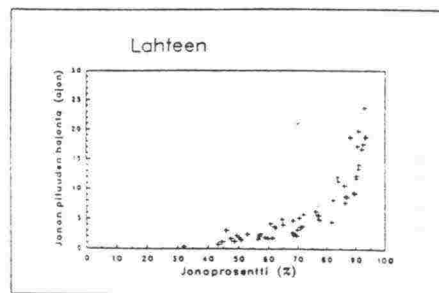




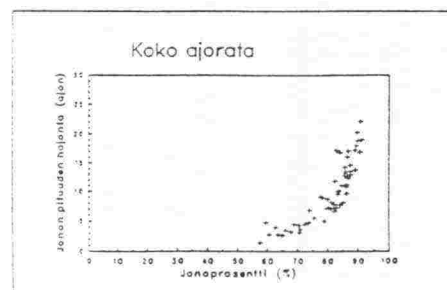
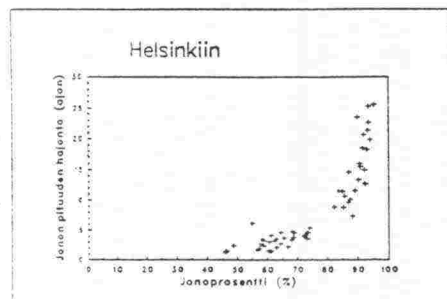
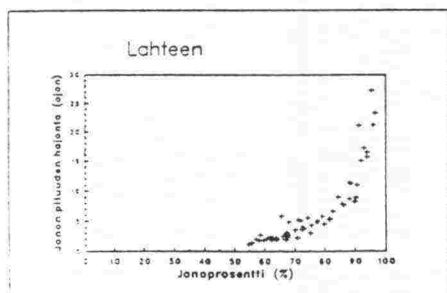
Vt 4 JÄRVENPÄÄ



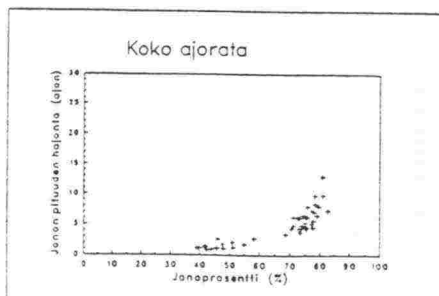
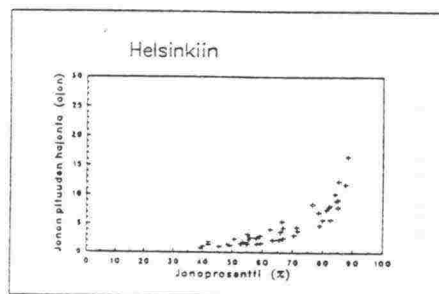
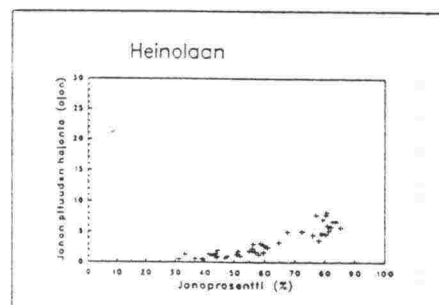
Vt 4 ORIMATTILA



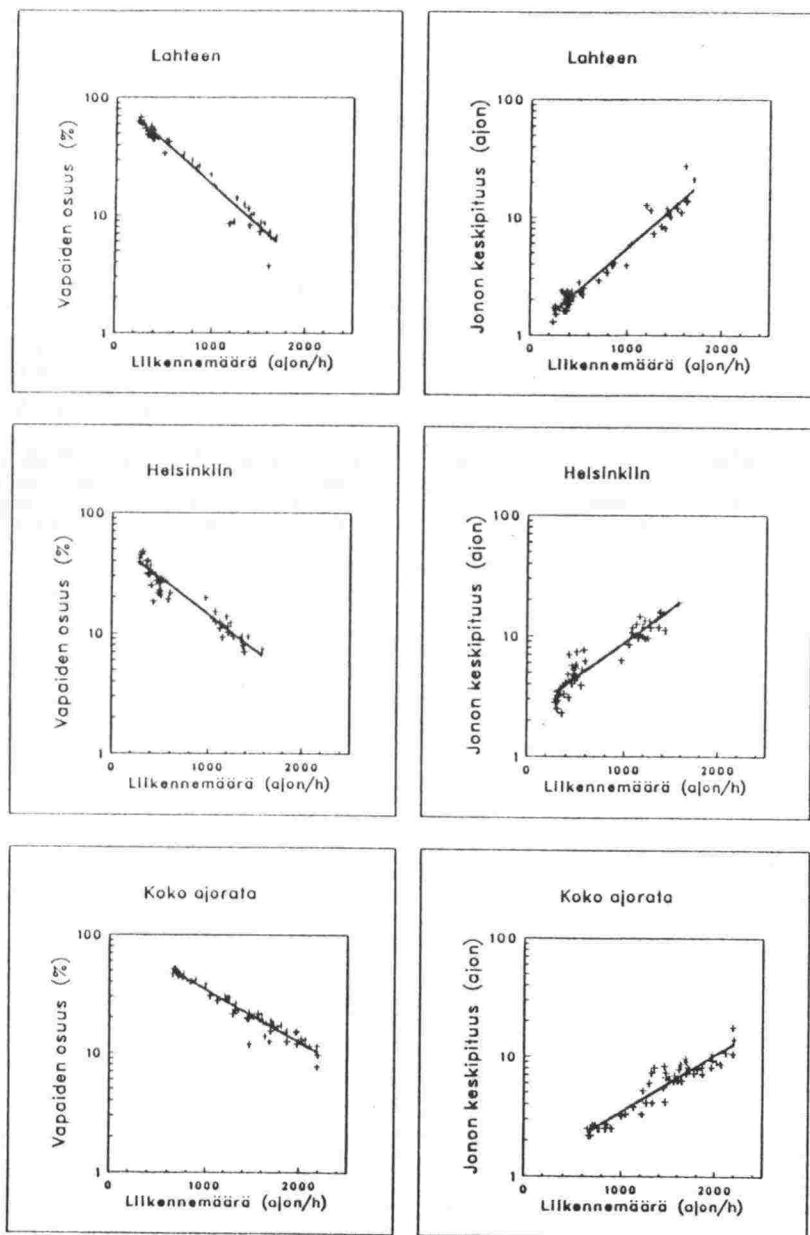
Vt 4 MÄNTSÄLÄ



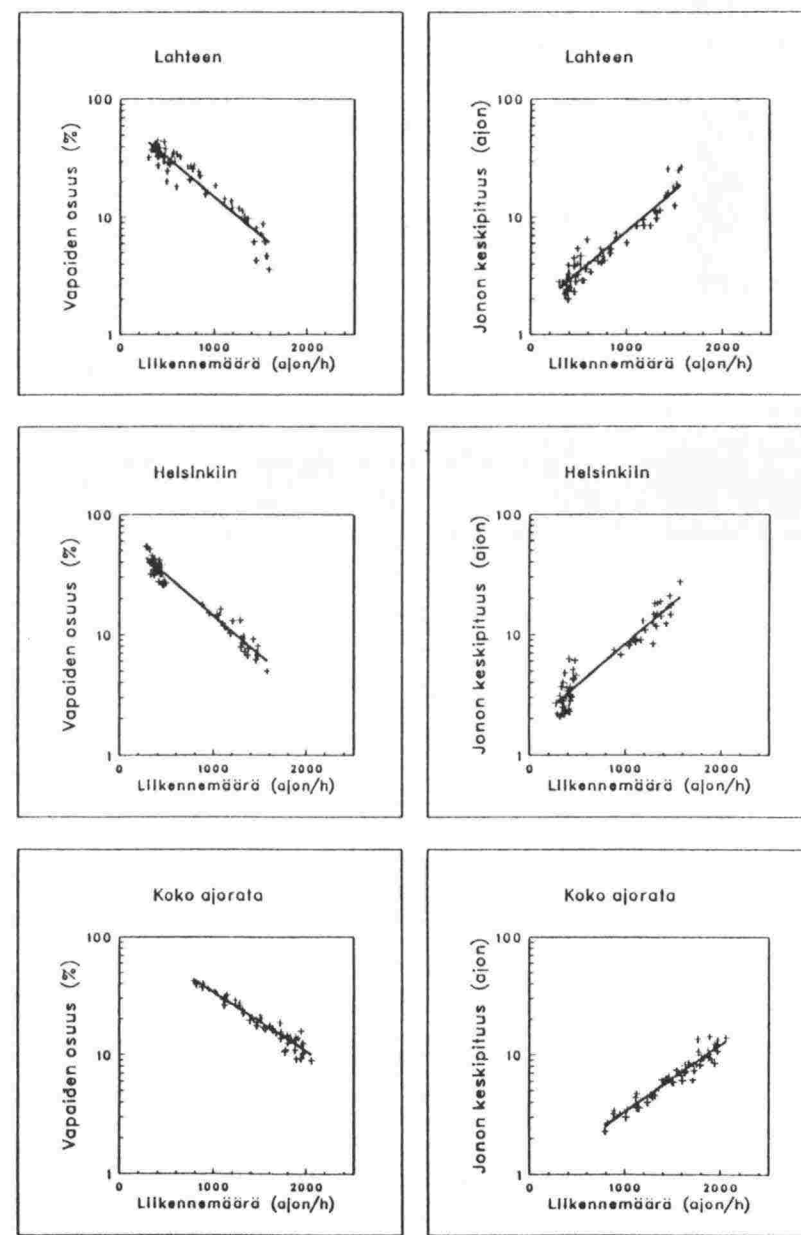
Vt 5 NASTOLA



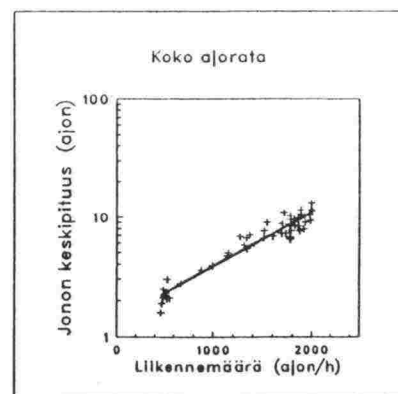
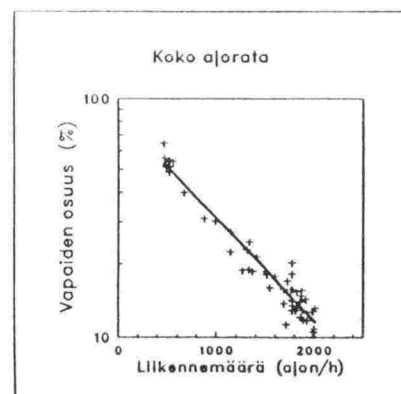
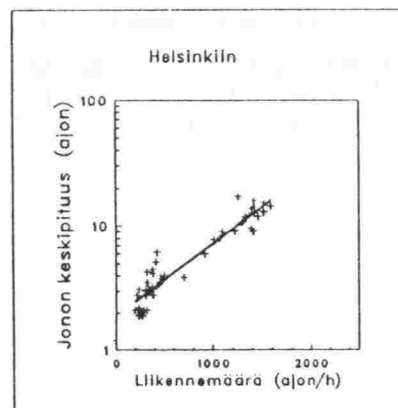
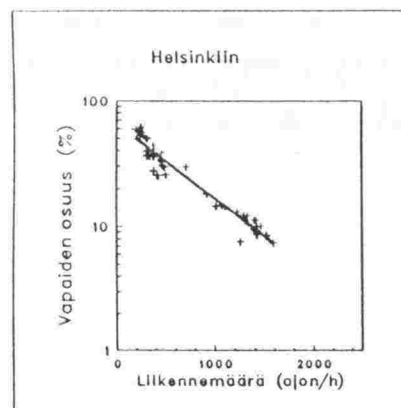
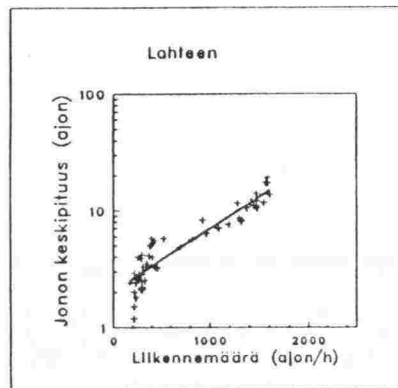
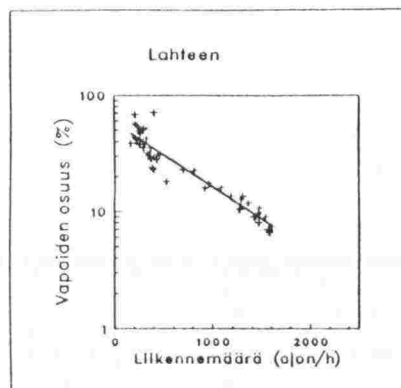
# VI 4 JÄRVENPÄÄ



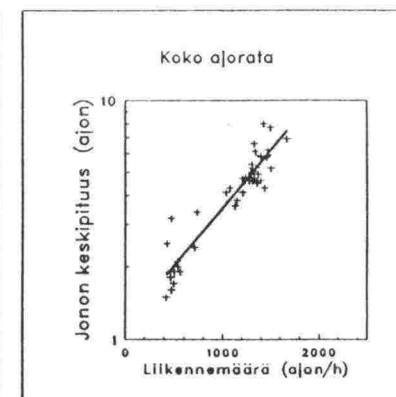
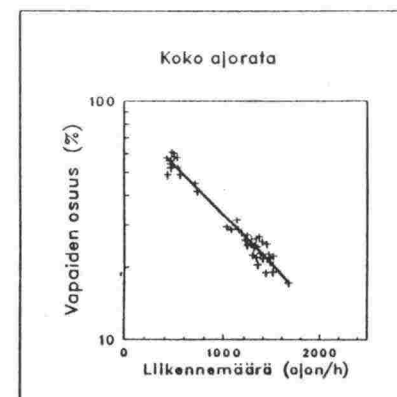
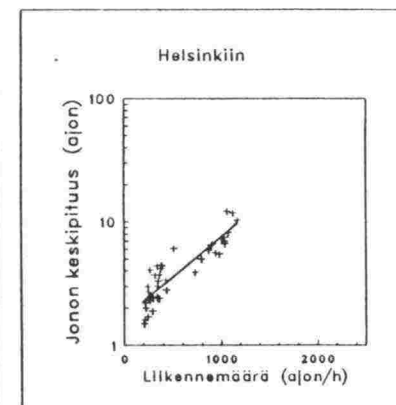
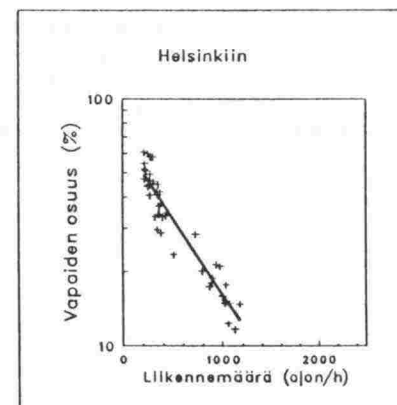
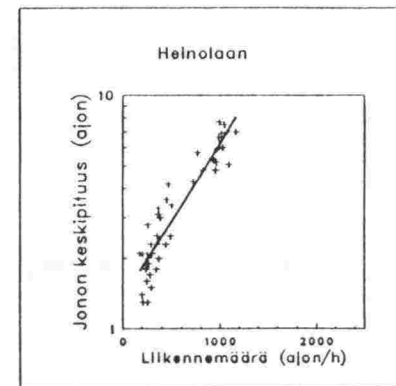
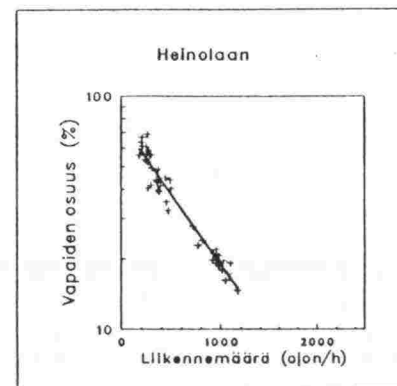
# VI 4 MÄNTSÄLÄ



# Vt 4 ORIMATTILA

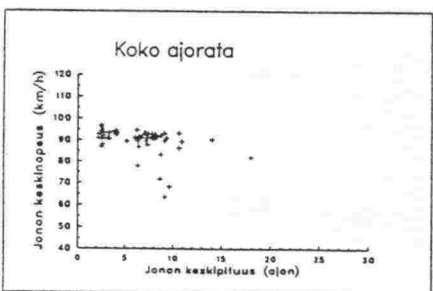
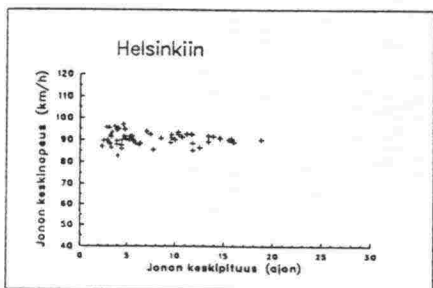
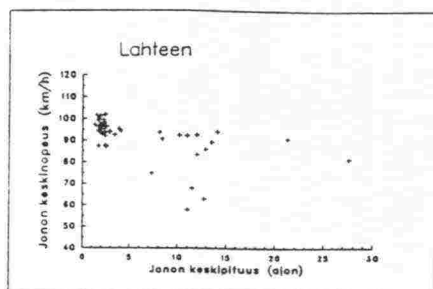


# Vt 5 NASTOLA

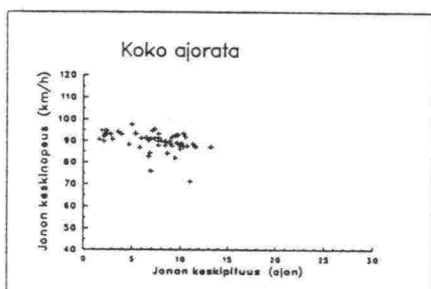
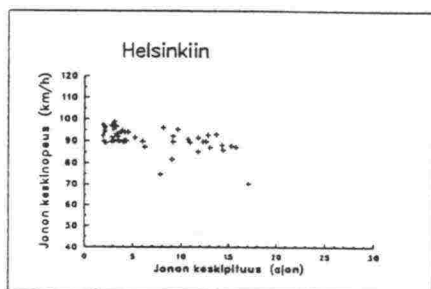
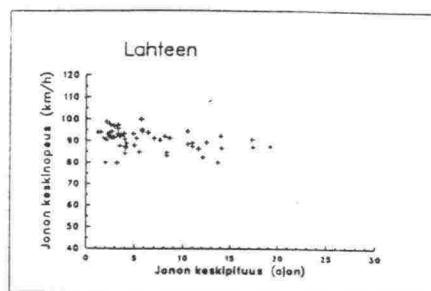




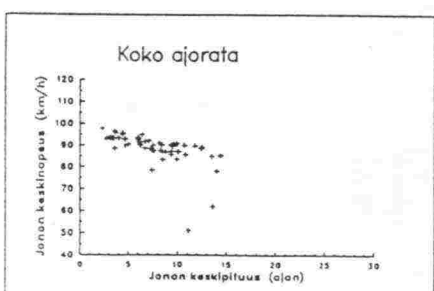
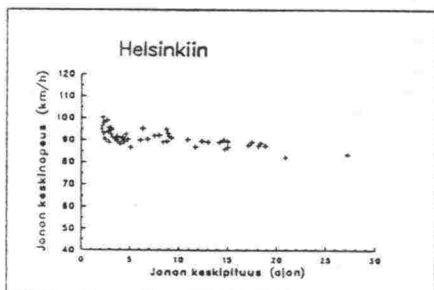
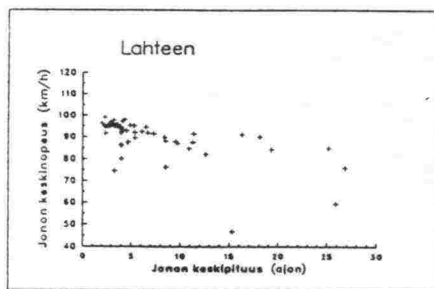
## Vt 4 JÄRVENPÄÄ



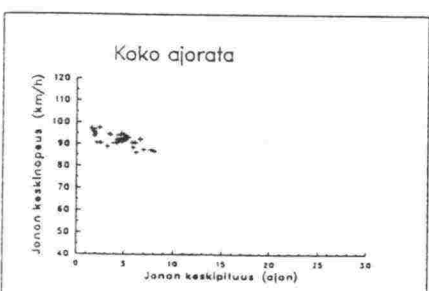
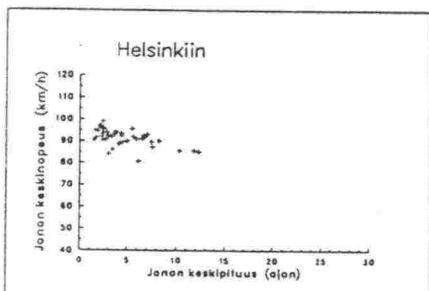
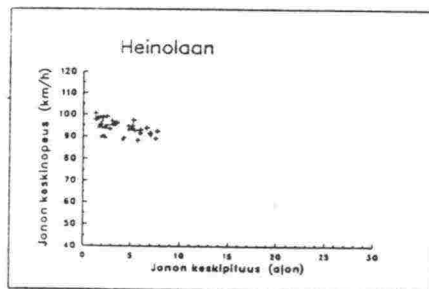
## Vt 4 ORIMATTILA



## Vt 4 MÄNTSÄLÄ



## Vt 5 NASTOLA



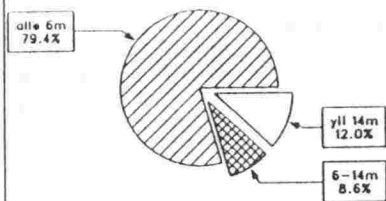
# Vt 4 JÄRVENPÄÄ, päiväliikenne

to 09.08.1990, klo 11.20–13.25

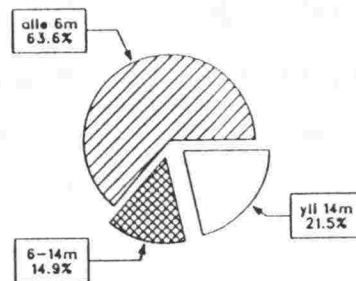
Lahteen, 389 ajon/h

Helsinkiin, 322 ajon/h

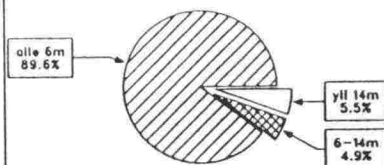
jonon johtajat (vapaat)



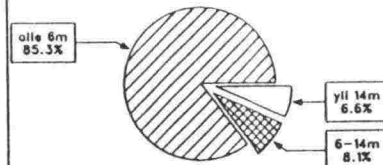
jonon johtajat (vapaat)



kaikki ajoneuvot



kaikki ajoneuvot



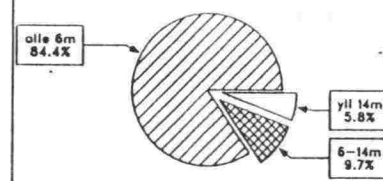
# Vt 4 JÄRVENPÄÄ, perjantai liikenne

pe 10.08.1990, klo 14.50–20.32

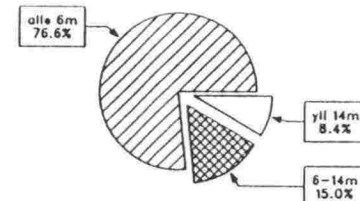
Lahteen, 1263 ajon/h

Helsinkiin, 471 ajon/h

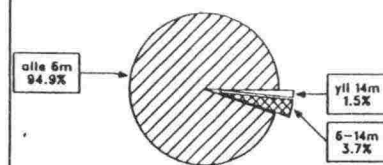
jonon johtajat (vapaat)



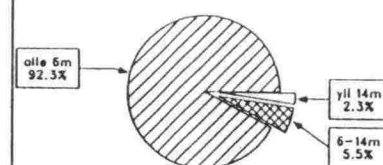
jonon johtajat (vapaat)



kaikki ajoneuvot



kaikki ajoneuvot



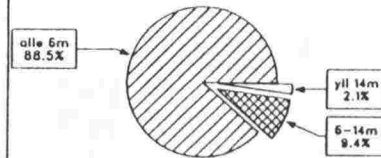
# Vt 4 JARVENPÄÄ, sunnuntailiikenne

su 12.08.1990, klo 15.58–21.47

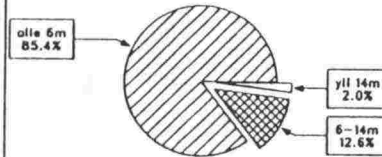
Lahteen, 340 ajon/h

Helsinkiin, 1235 ajon/h

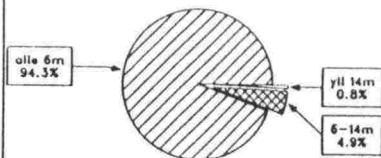
jonon johtajat (vapaat)



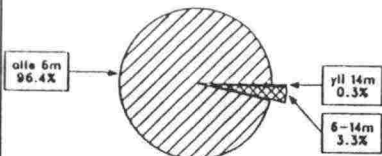
jonon johtajat (vapaat)



kaikki ajoneuvot



kaikki ajoneuvot



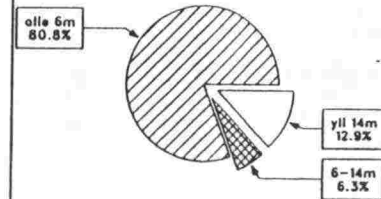
# Vt 4 MÄNTSÄLÄ, päiväliikenne

to 30.08.1990, klo 14.21–17.33

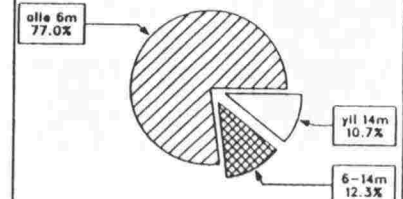
Lahteen, 702 ajon/h

Helsinkiin, 390 ajon/h

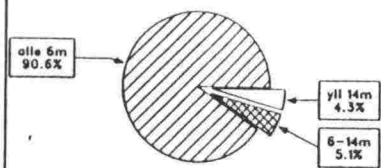
jonon johtajat (vapaat)



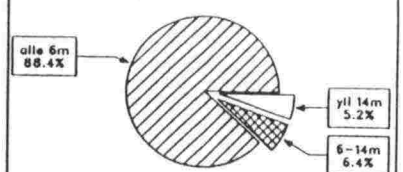
jonon johtajat (vapaat)



kaikki ajoneuvot



kaikki ajoneuvot





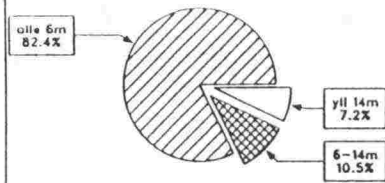
# Vt 4 MÄNTSÄLÄ, perjantai liikenne

pe 31.08.1990, klo 15.11–20.32

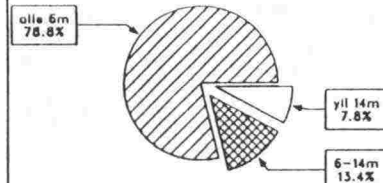
Lahteen, 1234 ajon/h

Helsinkiin, 381 ajon/h

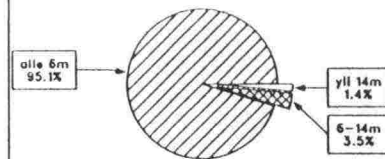
jonon johtajat (vapaat)



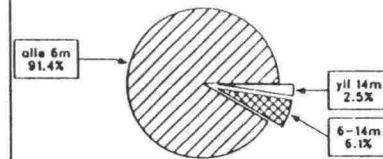
jonon johtajat (vapaat)



kaikki ajoneuvot



kaikki ajoneuvot



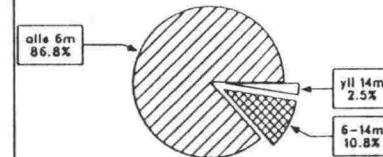
# Vt 4 MÄNTSÄLÄ, sunnuntai liikenne

su 02.09.1990, klo 14.10–20.48

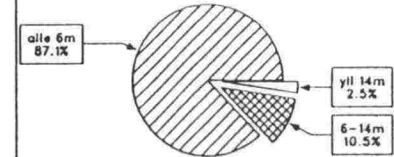
Lahteen, 433 ajon/h

Helsinkiin, 1265 ajon/h

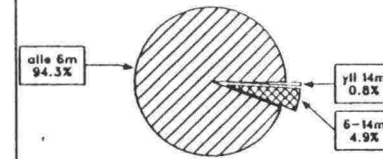
jonon johtajat (vapaat)



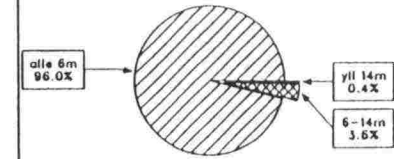
jonon johtajat (vapaat)



kaikki ajoneuvot



kaikki ajoneuvot



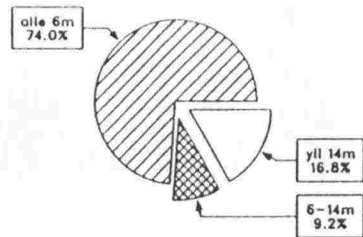
# Vt 4 ORIMATTILA, päiväliikenne

to 30.08.1990, klo 10.14–13.15

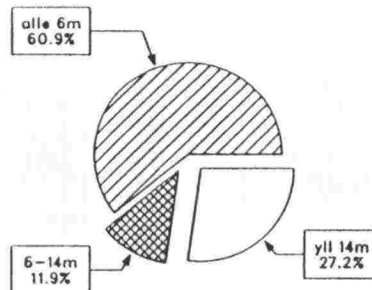
Lahteen, 276 ajon/h

Helsinkiin, 251 ajon/h

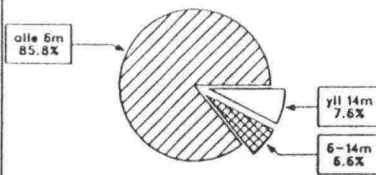
jonon johtajat (vapaat)



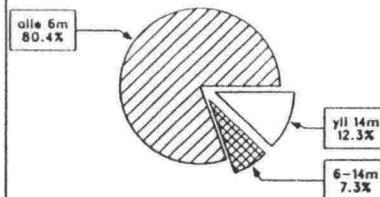
jonon johtajat (vapaat)



kaikki ajoneuvot



kaikki ajoneuvot



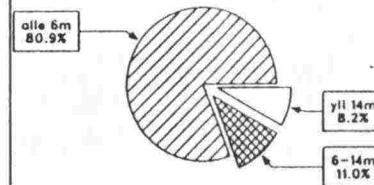
# Vt 4 ORIMATTILA, perjantai liikenne

pe 24.08.1990, klo 14.47–20.32

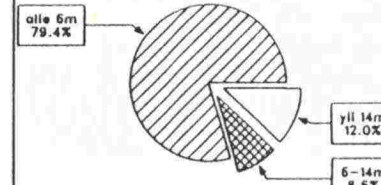
Lahteen, 1323 ajon/h

Helsinkiin, 388 ajon/h

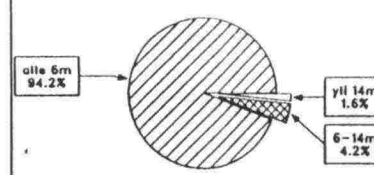
jonon johtajat (vapaat)



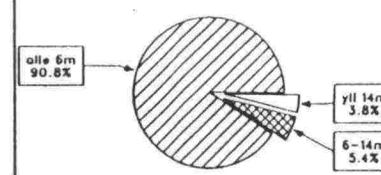
jonon johtajat (vapaat)



kaikki ajoneuvot



kaikki ajoneuvot



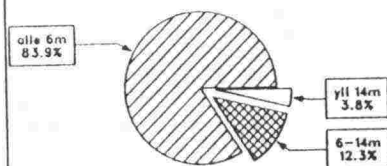
# Vt 4 ORIMATTILA, sunnuntailiikenne

su 26.08.1990, klo 16.25–22.04

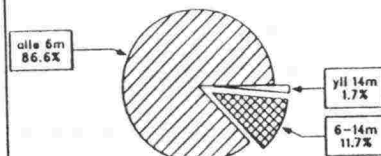
Lahteen, 343 ajon/h

Helsinkiin, 1304 ajon/h

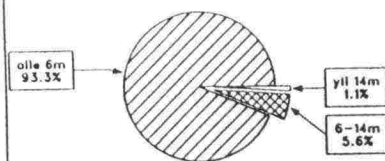
jonon johtajat (vapaat)



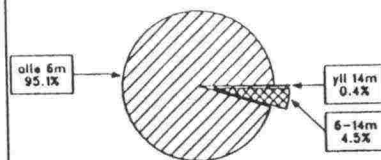
jonon johtajat (vapaat)



kaikki ajoneuvot



kaikki ajoneuvot



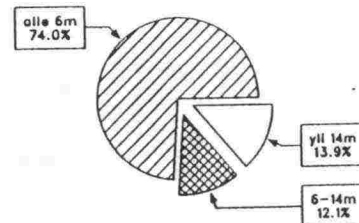
# Vt 5 NASTOLA, päiväliikenne

to 16.08.1990, klo 11.59–15.01

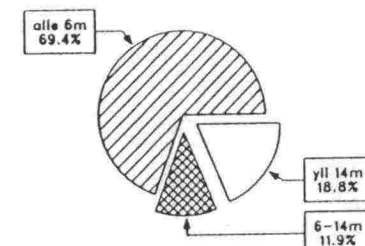
Heinolaan, 239 ajon/h

Helsinkiin, 245 ajon/h

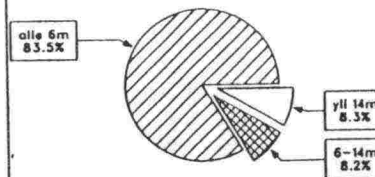
jonon johtajat (vapaat)



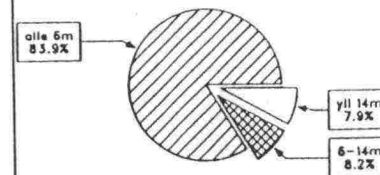
jonon johtajat (vapaat)



kaikki ajoneuvot



kaikki ajoneuvot





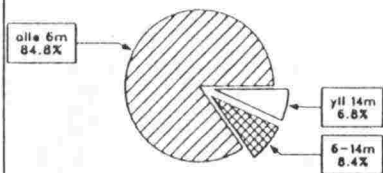
# Vt 5 NASTOLA, perjantai liikenne

pe 17.08.1990, klo 16.14-21.01

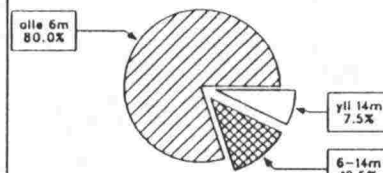
Heinolaan, 918 ajon/h

Helsinkiin, 356 ajon/h

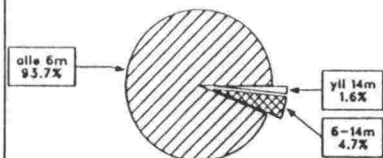
jonon johtajat (vapaat)



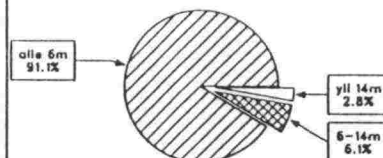
jonon johtajat (vapaat)



kaikki ajoneuvot



kaikki ajoneuvot



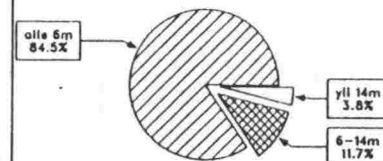
# Vt 5 NASTOLA, sunnuntai liikenne

su 19.08.1990, klo 16.07-20.03

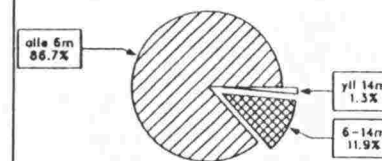
Heinolaan, 360 ajon/h

Helsinkiin, 972 ajon/h

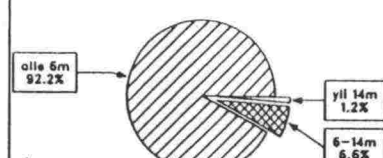
jonon johtajat (vapaat)



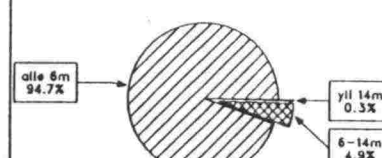
jonon johtajat (vapaat)



kaikki ajoneuvot



kaikki ajoneuvot

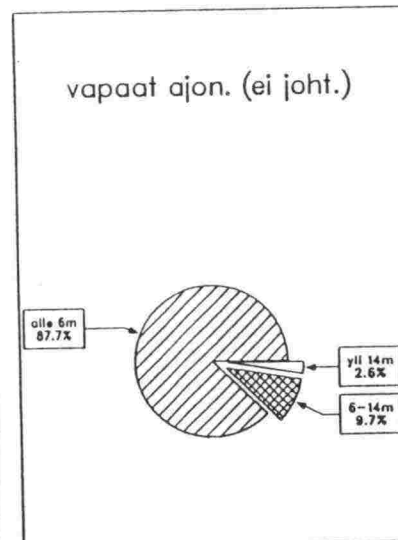
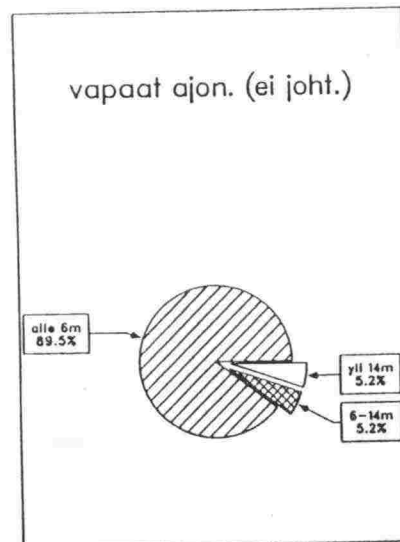
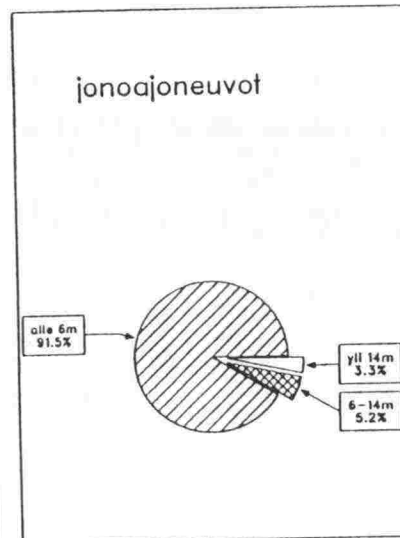
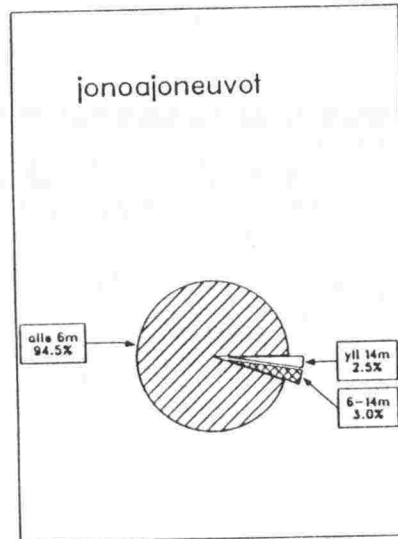


# Vt 4 JÄRVENPÄÄ, päiväliikenne

to 09.08.1990, klo 11.20–13.25

Lahteen, 389 ajon/h

Helsinkiin, 322 ajon/h

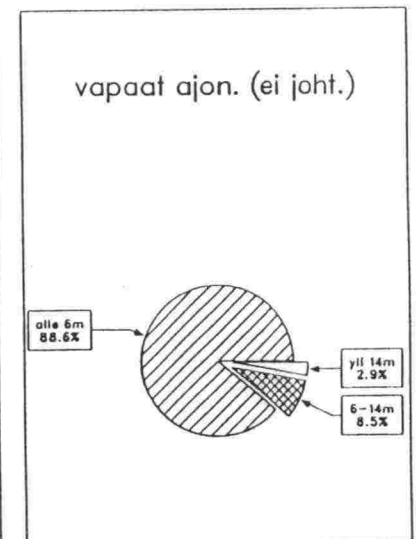
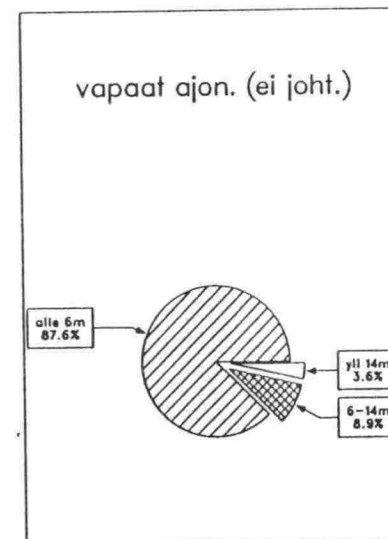
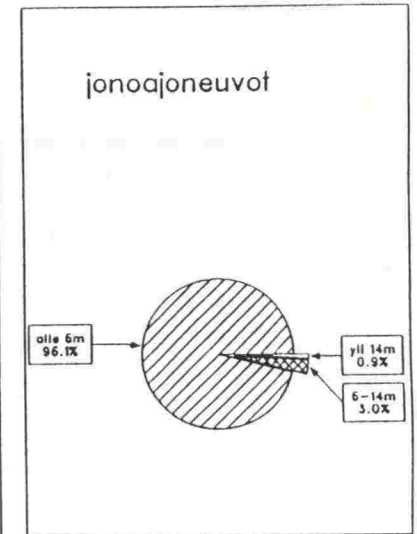
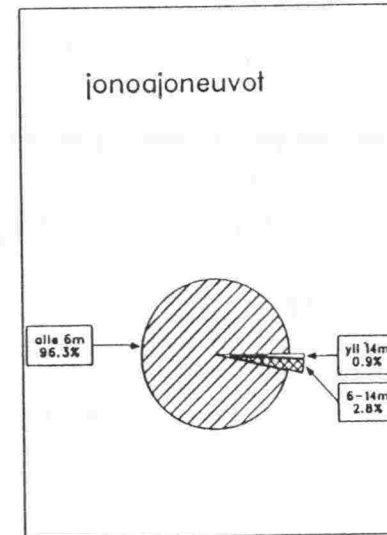


# Vt 4 JÄRVENPÄÄ, perjantai liikenne

pe 10.08.1990, klo 14.50–20.32

Lahteen, 1263 ajon/h

Helsinkiin, 471 ajon/h

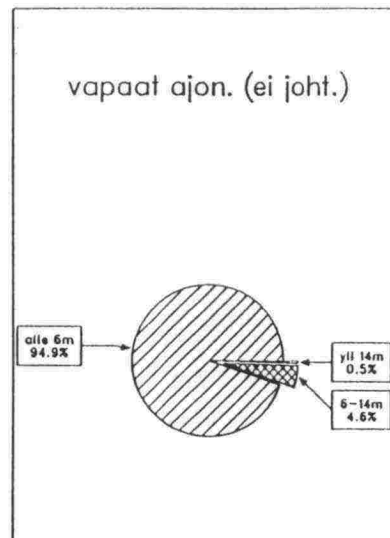
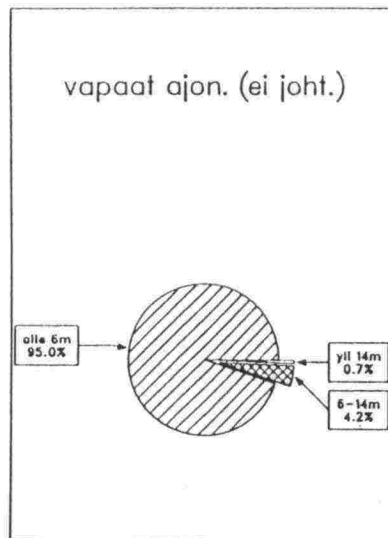
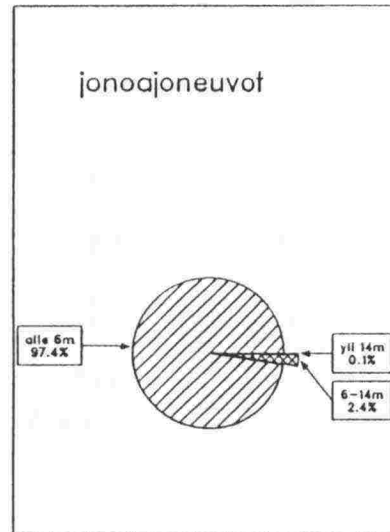
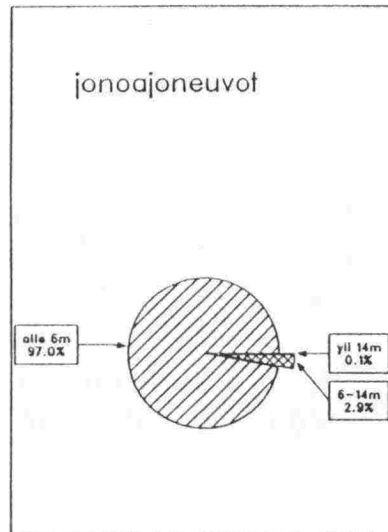


# Vt 4 JÄRVENPÄÄ, sunnuntailiikenne

su 12.08.1990, klo 15.58–21.47

Lahteen, 340 ajon/h

Helsinkiin, 1235 ajon/h

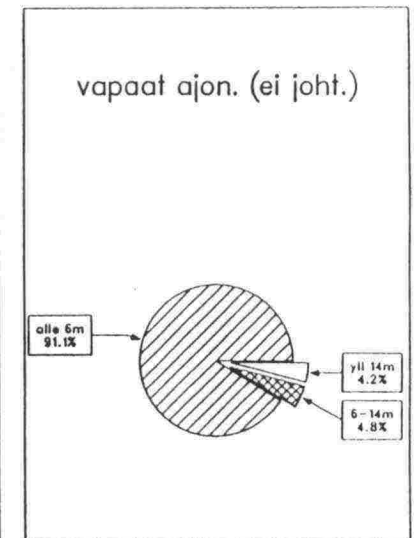
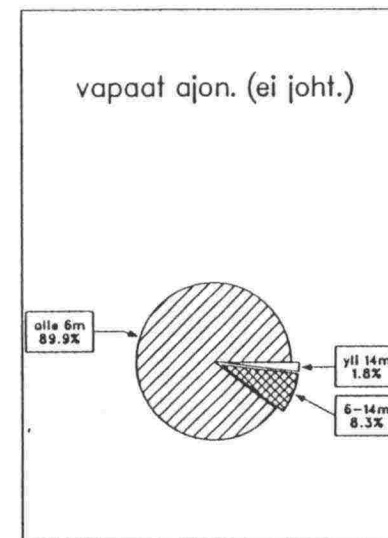
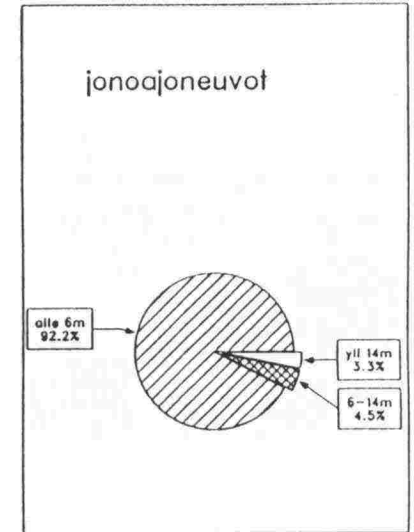
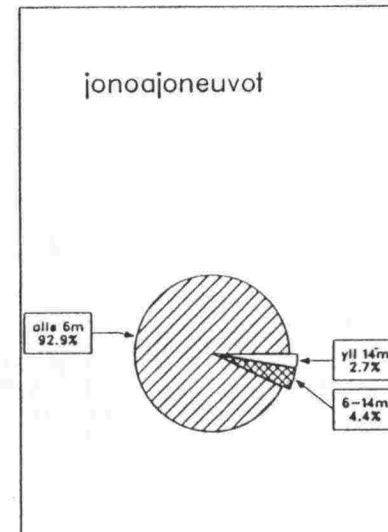


# Vt 4 MÄNTSÄLÄ, päiväliikenne

to 30.08.1990, klo 14.21–17.33

Lahteen, 702 ajon/h

Helsinkiin, 390 ajon/h



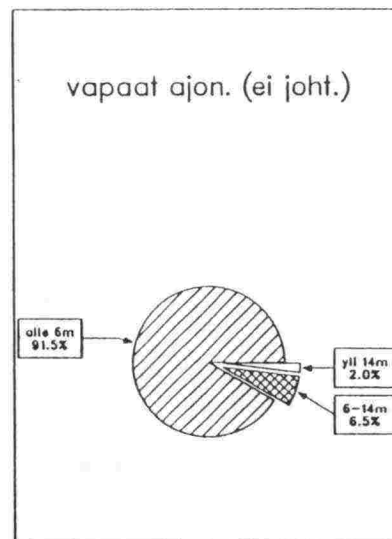
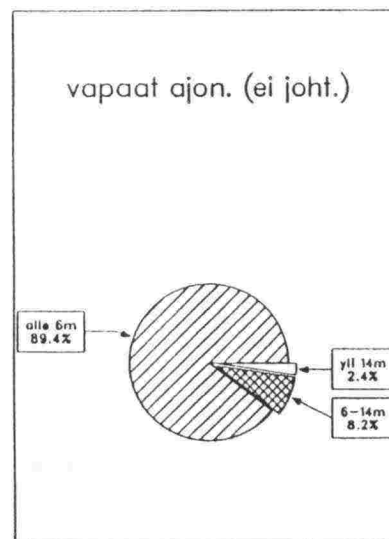
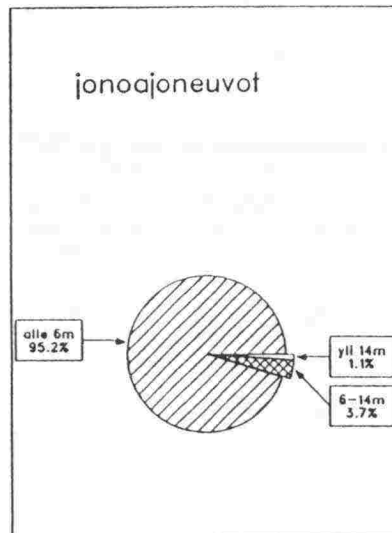
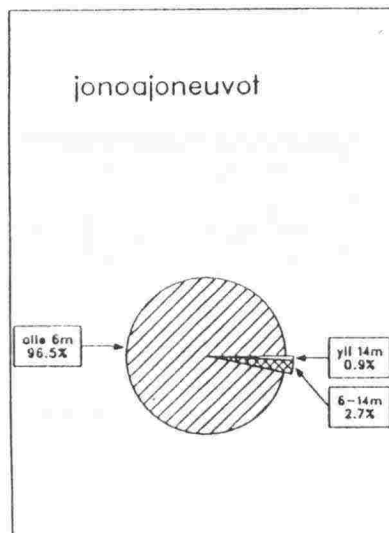


# Vt 4 MÄNTSÄLÄ, perjantai liikenne

pe 31.08.1990, klo 15.11–20.32

Lahteen, 1234 ajon/h

Helsinkiin, 381 ajon/h

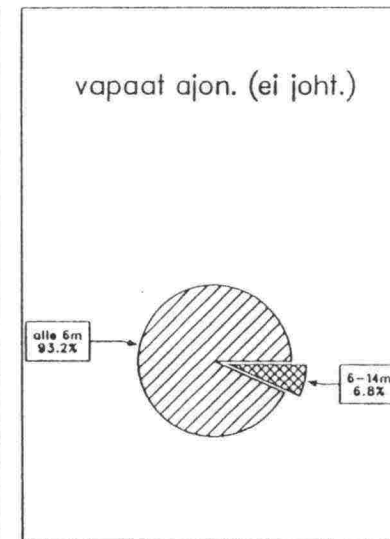
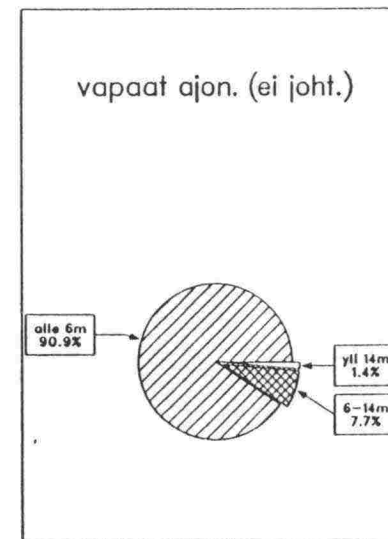
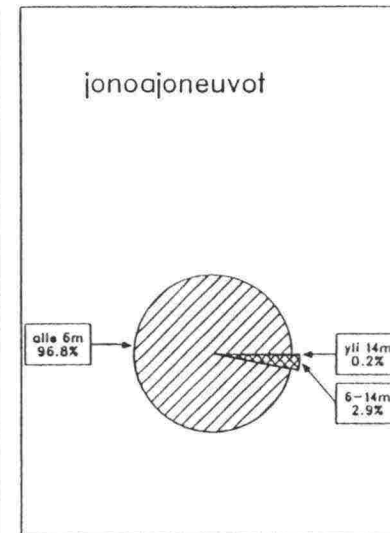
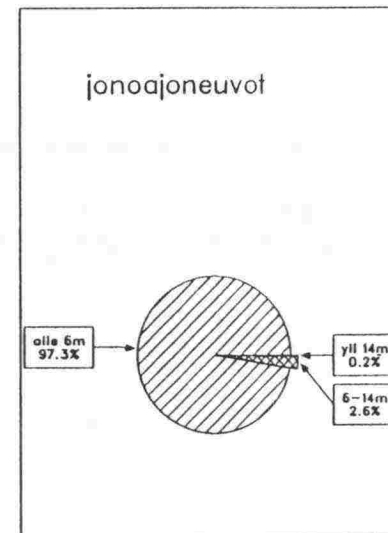


# Vt 4 MÄNTSÄLÄ, sunnuntai liikenne

su 02.09.1990, klo 14.10–20.48

Lahteen, 433 ajon/h

Helsinkiin, 1265 ajon/h

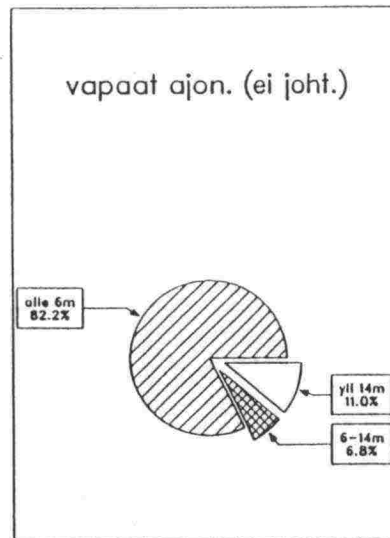
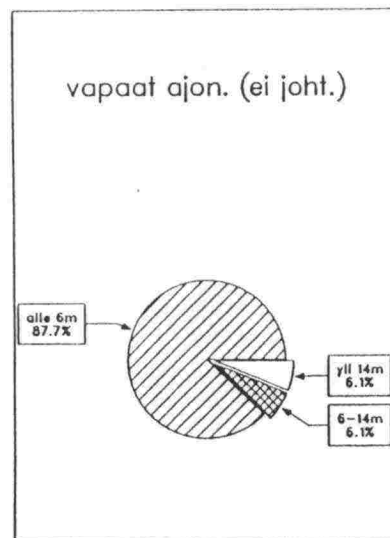
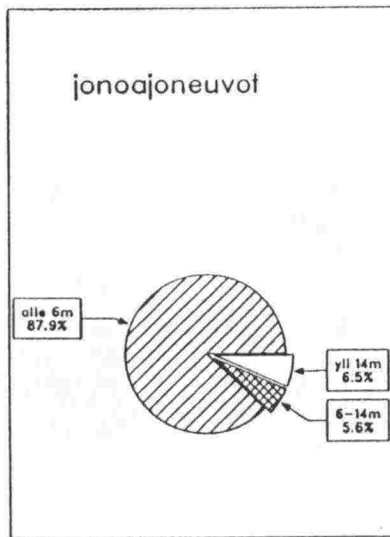
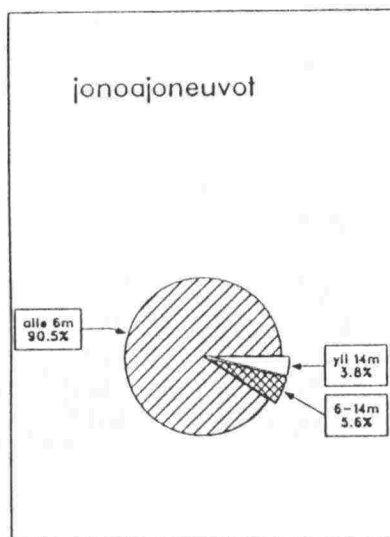


# Vt 4 ORIMATTILA, päiväliikenne

to 30.08.1990, klo 10.14–13.15

Lahteen, 276 ajon/h

Helsinkiin, 251 ajon/h

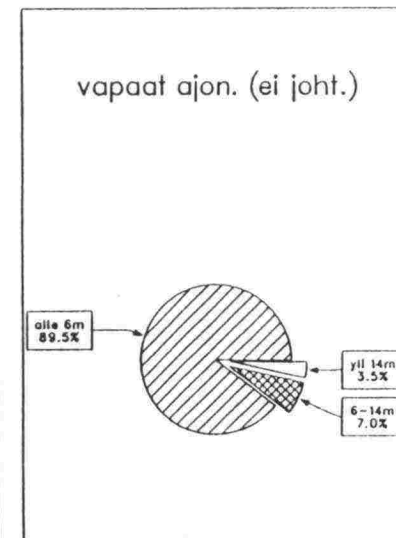
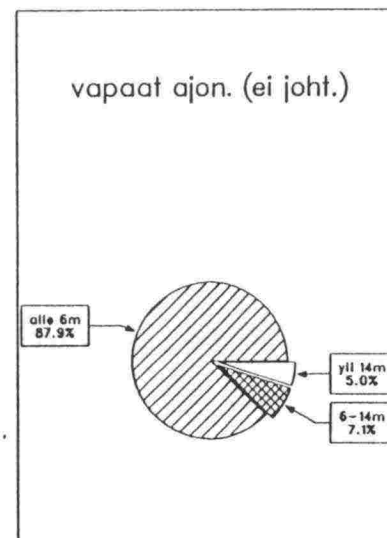
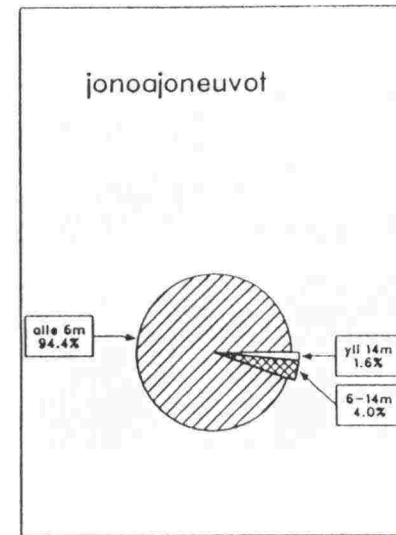
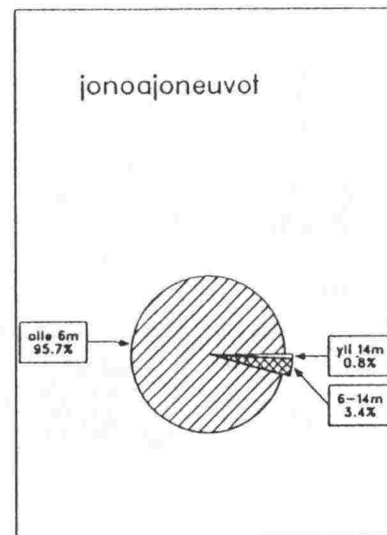


# Vt 4 ORIMATTILA, perjantai liikenne

pe 24.08.1990, klo 14.47–20.32

Lahteen, 1323 ajon/h

Helsinkiin, 388 ajon/h

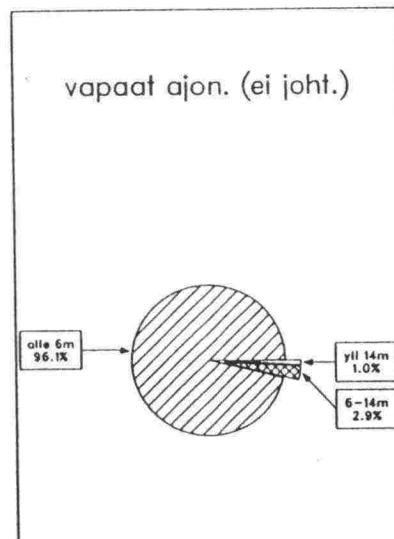
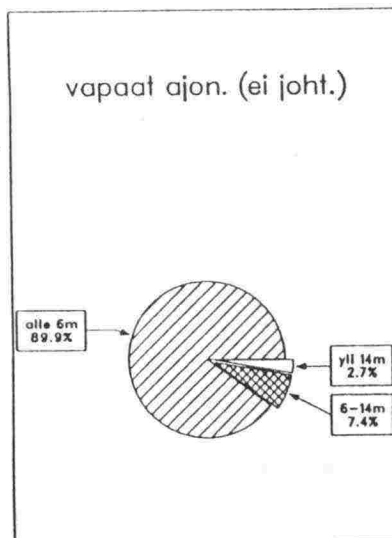
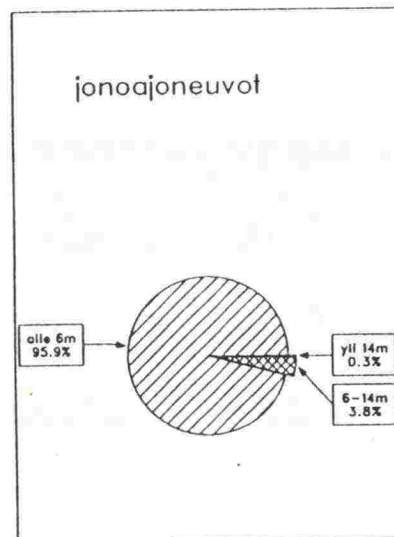
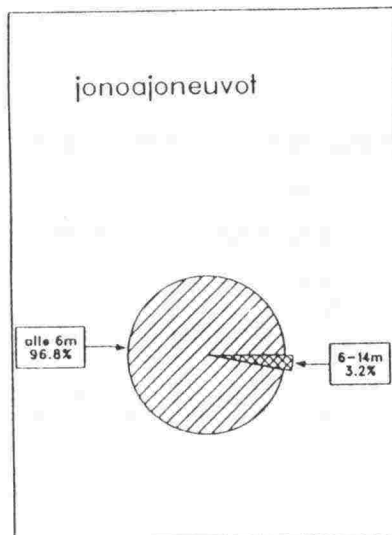


# Vt 4 ORIMATTILA, sunnuntailiikenne

su 26.08.1990, klo 16.25–22.04

Lahteen, 343 ajon/h

Helsinkiin, 1304 ajon/h

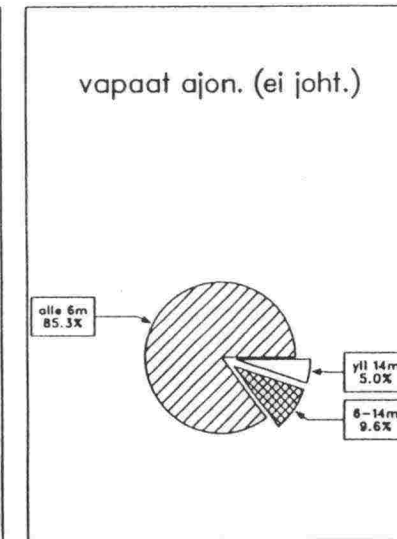
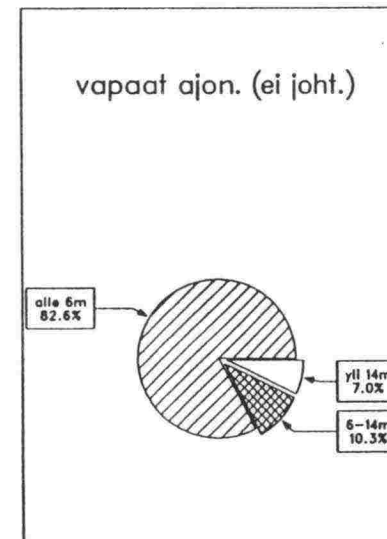
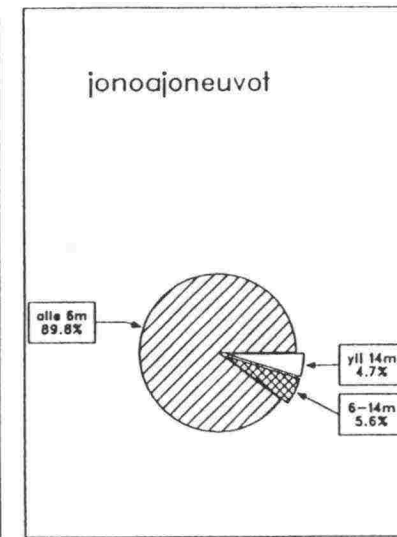
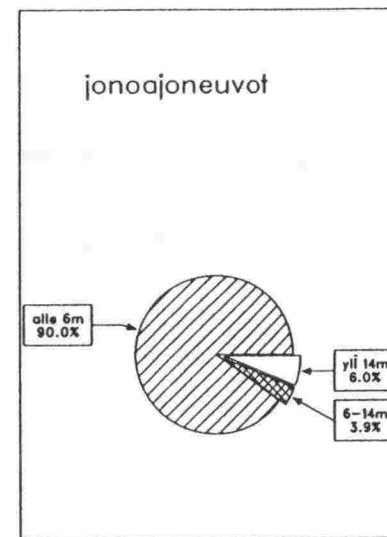


# Vt 5 NASTOLA, päiviliikenne

to 16.08.1990, klo 11.59–15.01

Heinolaan, 239 ajon/h

Helsinkiin, 245 ajon/h



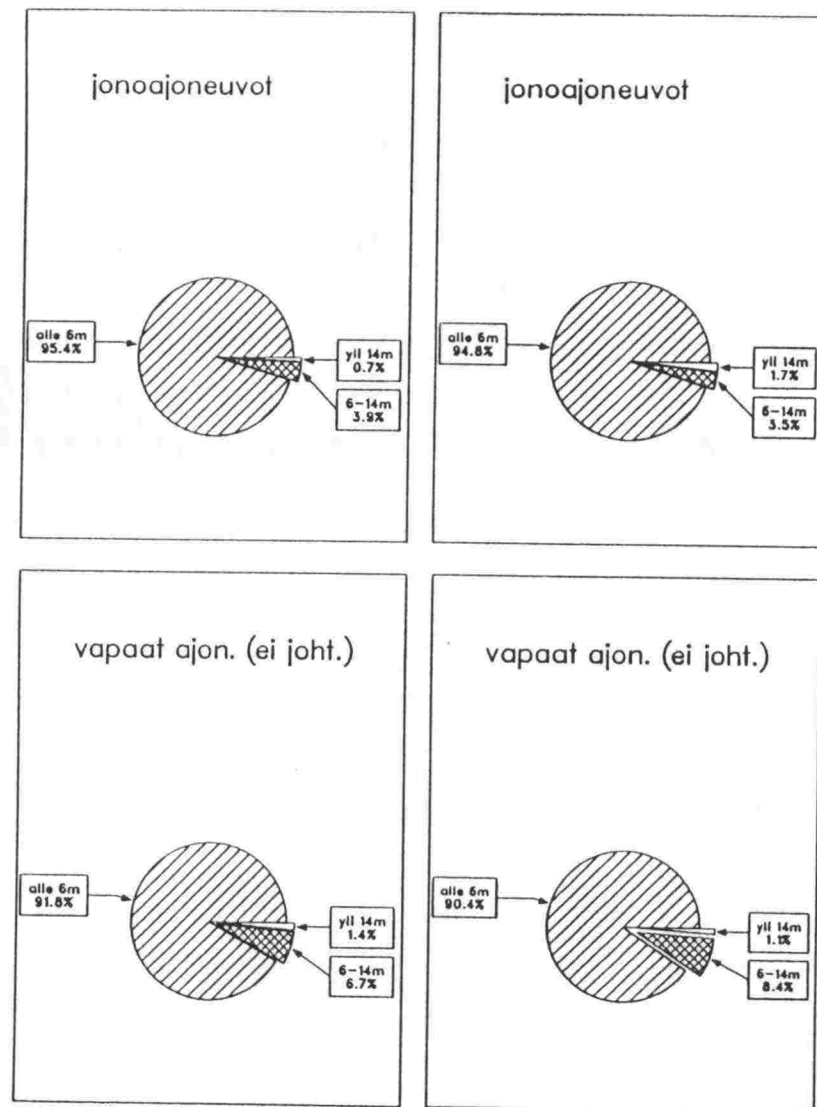


## Vt 5 NASTOLA, perjantai liikenne

pe 17.08.1990, klo 16.14–21.01

Heinolaan, 918 ajon/h

Helsinkiin, 356 ajon/h

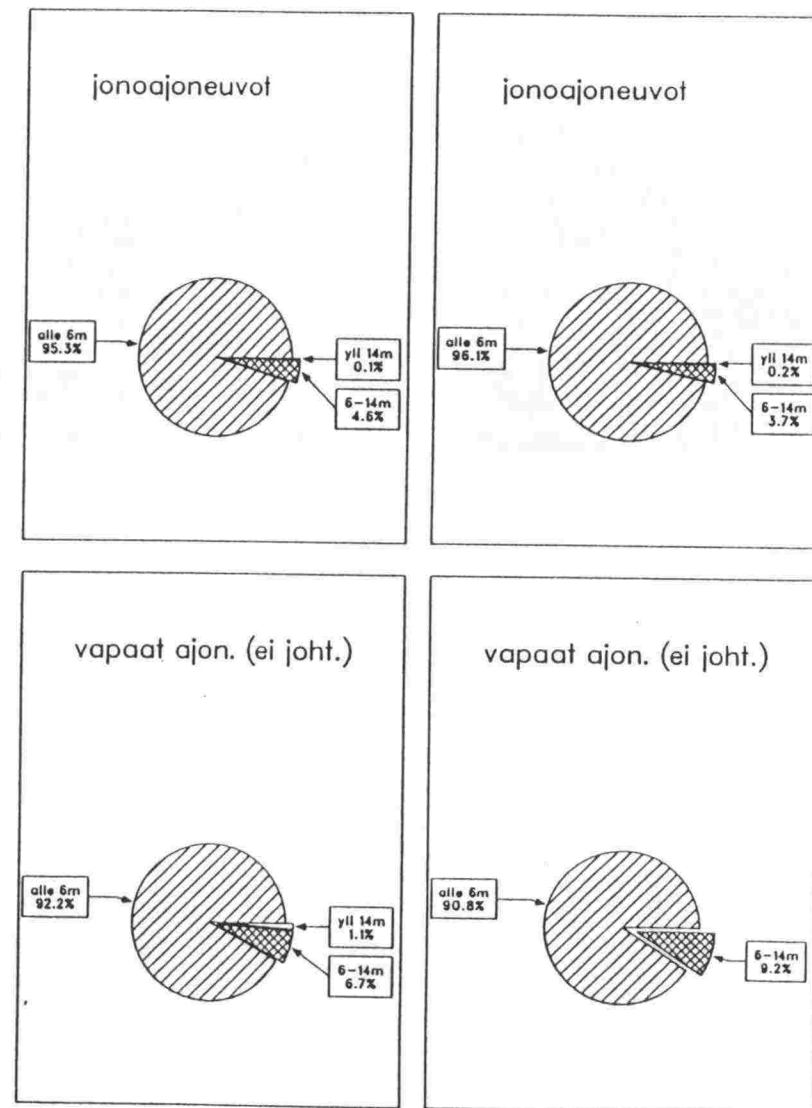


## Vt 5 NASTOLA, sunnuntai liikenne

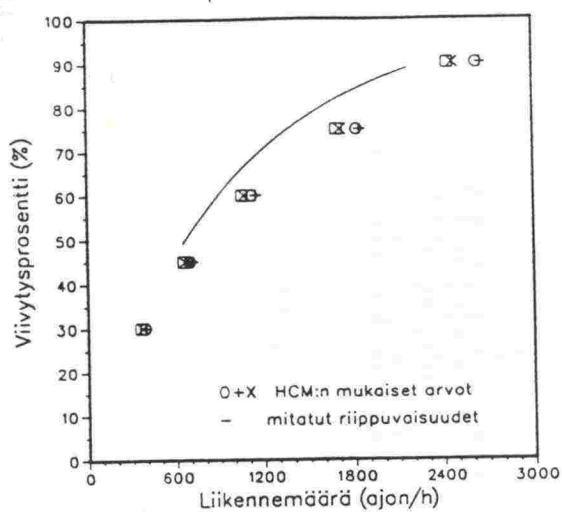
su 19.08.1990, klo 16.07–20.03

Heinolaan, 360 ajon/h

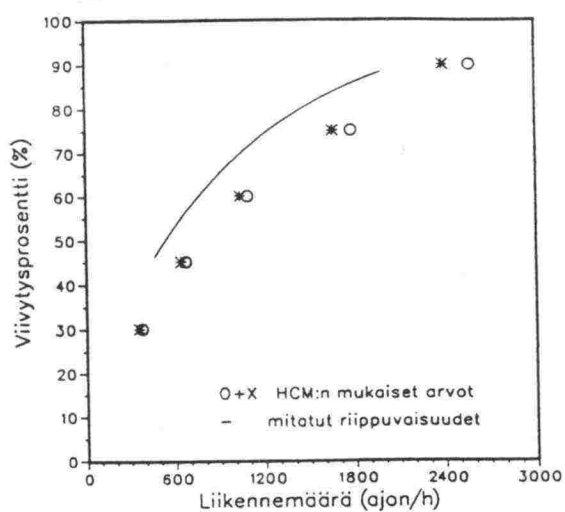
Helsinkiin, 972 ajon/h



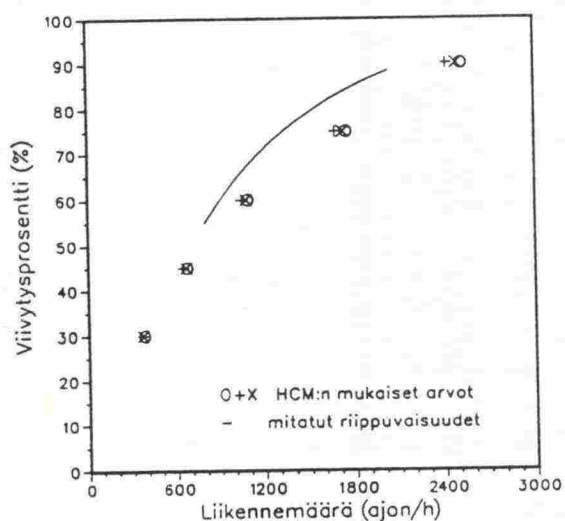
# Järvenpää



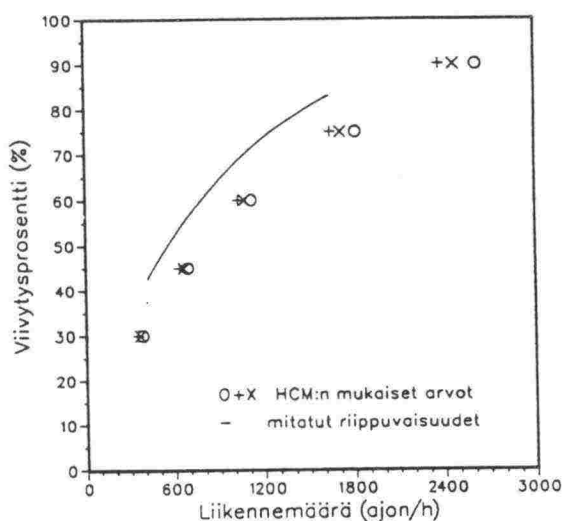
# Orimattila



# Mäntsälä



# Nastola



## TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 47/1991 Lautassirottimien vertailu. TIEL 3200043
- 48/1991 Liuoslevittimien käyttökokeilu. TIEL 3200044
- 49/1991 Projektijohtokäytäntö ja -mahdollisuudet laajoissa tiensuunnitteluhankkeissa. TIEL 3200045
- 50/1991 Lumitilat yleisillä teillä, perusselvitys
- 51/1991 Raakapuun kuljetusmalli. TIEL 3200046
- 52/1991 Autokanta- ja liikenne-ennusteita eräissä maissa. TIEL 3200047
- 53/1991 Tieverkon ylläpidon ohjausjärjestelmät; otostiet ja rappeutumismallit. TIEL 3200048
- 54/1991 Tieverkon ylläpidon ohjausjärjestelmät; lähtötiedot ja perustulokset. TIEL 3200049
- 55/1991 Ympäristövaikutusten arviointiselostus, maantie 5053. TIEL 3200050
- 56/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Suunnittelu- ja mitoitusperusteet. TIEL 3200051
- 57/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Suuntaus. TIEL 3200052
- 58/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Kevyttiikenne. TIEL 3200053
- 59/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Joukkoliikenne. TIEL 3200054
- 60/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Pääväylä ja ympäristö. TIEL 3200055
- 61/1991 Pensaiden menestyminen tiealueilla. TIEL 3200056
- 1/1992 Pystyöjanauhojen laatuvaatimukset; laadunvalvonta ja testausmenetelmät. TIEL 3200057
- 2/1992 Melun ja pakokaasujen hinnoittelu tiensuunnittelussa. TIEL 3200058
- 3/1992 Pakokaasujen vaikutus ympäristöön; seurantatutkimus 1989-1990, Paimio, Piikkiö. TIEL 3200059
- 4/1992 Ohituskaistatiekokeilu valtatiellä 4 välillä Järvenpää-Mäntsälä. TIEL 3200060
- 5/1992 Tieverkon tuottamat läheisyyspalvelut. TIEL 3200061
- 6/1992 Talvihoidon päivystysjärjestelmä. TIEL 3200062
- 7/1992 Moottoriväylien kansantaloudelliset vaikutukset. TIEL 3200063
- 8/1992 Yhteenveto TTS:n 1992 - 95 hankeperusteluista. TIEL 3200064
- 9/1992 Motorledernas nationalekonomiska effekter. TIEL 3200065R
- 10/1992 Kehittämishankkeet tielaitoksen tuloksenteossa. TIEL 3200066
- 11/1992 REA-menetelmä; työnsuunnittelu- ja valvontamenettely. TIEL 3200067

ISBN 951-47-5813-7  
ISSN 0788-3722  
TIEL 3200068